



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203519912 U

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201290000467. 0

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(22) 申请日 2012. 04. 27

代理人 汤雄军

(30) 优先权数据

2011-101180 2011. 04. 28 JP

(51) Int. Cl.

G02B 13/04 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 10. 28

G02B 13/18 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/002901 2012. 04. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/147361 JA 2012. 11. 01

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 浅见太郎

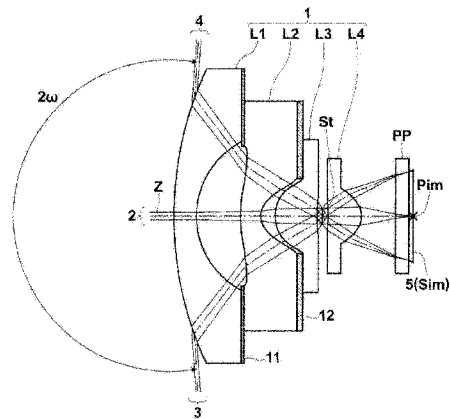
权利要求书3页 说明书63页 附图53页

(54) 实用新型名称

成像镜头和成像设备

(57) 摘要

本实用新型提供了一种成像镜头和成像设备,为了减少尺寸和成本,扩大视场角,并且在成像镜头中获得高性能,以及进一步地消除对将要使用的成像装置的限制。本申请成像镜头(1)包括从物体侧顺序地布置的负的第一透镜(L1)、负的第二透镜(L2)、为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状的第三透镜(L3)、和为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状的第四透镜(L4)。进一步地,满足以下条件公式(6): $0.75 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6)$,其中R8:第四透镜的物体侧表面的曲率半径;和R9:第四透镜的图像侧表面的曲率半径。



1. 一种成像镜头,包括:

负的第一透镜;

负的第二透镜;

第三透镜,所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状;和

第四透镜,所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状,其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

其中满足以下条件公式(6):

$$0.75 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6), \text{其中}$$

R8:第四透镜的物体侧表面的曲率半径;和

R9:第四透镜的图像侧表面的曲率半径。

2. 根据权利要求1所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(6-3):

$$0.81 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 0.95 \dots (6-3)。$$

3. 一种成像镜头,包括:

负的第一透镜;

为双凹形状的负的第二透镜;

第三透镜,所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状;和

第四透镜,所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状,其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

其中满足以下条件公式(6-1):

$$0.60 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6-1), \text{其中}$$

R8:第四透镜的物体侧表面的曲率半径;和

R9:第四透镜的图像侧表面的曲率半径。

4. 根据权利要求3所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(6-5):

$$0.7 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6-5)。$$

5. 一种成像镜头,包括:

负的第一透镜;

负的第二透镜;

第三透镜,所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状;和

第四透镜,所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状,其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

其中满足以下条件公式(7):

$$6.2 < |R8 / f| \dots (7), \text{其中}$$

R8:第四透镜的物体侧表面的曲率半径;和

f :整个系统的焦距。

6. 根据权利要求5所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(7-2):

$$7.0 < |R8 / f| \dots (7-2)。$$

7. 根据权利要求5所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(7-5):

$$15 < |R8 / f| < 500 \dots (7-5)。$$

8. 一种成像镜头,包括:

负的第一透镜;

为双凹形状的负的第二透镜;

第三透镜,所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状;和

第四透镜,所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状,其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

其中满足以下条件公式(7-1):

$$4.5 < |R8 / f| \dots (7-1), \text{其中}$$

$R8$:第四透镜的物体侧表面的曲率半径;和

f :整个系统的焦距。

9. 根据权利要求8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(7-6):

$$5 < |R8 / f| \dots (7-6)。$$

10. 根据权利要求8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(7-9):

$$6.5 < |R8 / f| < 500 \dots (7-9)。$$

11. 根据权利要求1、3、5或8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(13):

$$8 < R1 / f < 50 \dots (13),$$

$R1$:第一透镜的物体侧表面的曲率半径;和

f :整个系统的焦距。

12. 根据权利要求1、3、5或8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(14):

$$2 < R6 / f \dots (14), \text{其中}$$

$R6$:第三透镜的图像侧表面的曲率半径;和

f :整个系统的焦距。

13. 根据权利要求1、3、5或8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(15):

$$0.5 < D3 / f < 5.0 \dots (15), \text{其中}$$

$D3$:第二透镜的中心厚度;和

f :整个系统的焦距。

14. 根据权利要求1、3、5或8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(16):

$$0.1 \leq (R1 - R2) / (R1 + R2) \leq 1.0 \dots (16), \text{其中}$$

$R1$:第一透镜的物体侧表面的曲率半径;和

$R2$:第一透镜的图像侧表面的曲率半径。

15. 根据权利要求1、3、5或8所述的成像镜头,其中满足以下条件公式(17):

$$0.2 < R1 / L < 3.0 \dots (17), \text{其中}$$

R1 :第一透镜的物体侧表面的曲率半径 ;和

L :从第一透镜的物体侧表面的顶点到像面的距离。

16. 根据权利要求 1、3、5 或 8 所示的成像镜头,其中满足以下条件公式 (18) :

$-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.1 \dots (18)$,其中

R5 :第三透镜的物体侧表面的曲率半径 ;和

R6 :第三透镜的图像侧表面的曲率半径。

17. 根据权利要求 1、3、5 或 8 所述的成像镜头,其中满足以下条件公式 (19) :

$-0.8 < f / f_{123} < 0.8 \dots (19)$,其中

f :整个系统的焦距 ;和

f₁₂₃ :第一透镜、第二透镜和第三透镜的组合焦距。

18. 根据权利要求 1、3、5 或 8 所述的成像镜头,其中满足以下条件公式 (20) :

$1 \leq f_{34} / f \leq 10 \dots (20)$,其中

f₃₄ :第三透镜和第四透镜的组合焦距 ;和

f :整个系统的焦距。

19. 根据权利要求 1、3、5 或 8 所述的成像镜头,其中构成第三透镜的材料为聚碳酸酯。

20. 一种成像设备,包括 :根据权利要求 1、3、5 或 8 所述的成像镜头,所述成像镜头安装在所述成像设备上。

成像镜头和成像设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种成像镜头和一种成像设备。具体地,本实用新型涉及到一种适于在使用诸如 CCD(电荷耦合装置)和 CMOS(互补金属氧化物半导体)的成像装置的车载照相机、用于移动终端的照相机、监视照相机等中使用的成像镜头。进一步地,本实用新型涉及一种包括所述成像镜头的成像设备。

背景技术

[0002] 近年来,诸如 CCD 和 CMOS 的成像装置的尺寸变小,并且成像装置的分辨率变高。因此,包括这种成像装置的成像设备的主体的尺寸变小。因此,除了成像镜头的高光学性能之外,还需要要被安装在成像设备上的成像镜头的尺寸的减小。同时,需要以低成本和小尺寸构造安装在车载照相机、监视照相机等上的透镜,并且该透镜获得宽视场角和高性能。

[0003] 例如,在以下专利文献 1-3 中公开了由相对较小数量的透镜构成并在上述领域中已经被传统地已知的一种成像镜头。专利文献 1-3 公开了一种成像镜头,每一个都由包括非球面透镜的四个透镜元件构成。

[0004] 相关技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1 :

[0007] 日本未审查专利公开 No. 2006-259704

[0008] 专利文献 2 :

[0009] 日本未审查专利公开 . 2011-065132

[0010] 专利文献 3 :

[0011] 台湾实用新型注册 No. 390459

实用新型内容

[0012] 然而,对将要被安装在车载相机、监视相机等上的成像镜头的要求每年变得越来越严格。因此,需要成像镜头的尺寸和成本的进一步减小、更宽的视场角和更高的性能。

[0013] 鉴于上述情况,本实用新型的目的是提供一种可以实现小尺寸、低成本、宽视场角和高性能并且不需要使将要使用的成像装置受到任何限制的成像镜头。进一步地,本实用新型的另一个目的是提供一种包括该成像镜头的成像设备。

[0014] 本实用新型的第一成像镜头是包括如下所述的成像镜头 :

[0015] 负的第一透镜 ;

[0016] 负的第二透镜 ;

[0017] 第三透镜,所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状 ;和

[0018] 第四透镜,所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状,其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第

四透镜从物体侧顺序地布置,

[0019] 其中满足以下条件公式 (6) :

[0020] $0.75 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6)$, 其中

[0021] R8 : 第四透镜的物体侧表面的曲率半径 ; 和

[0022] R9 : 第四透镜的图像侧表面的曲率半径。

[0023] 本实用新型的第二成像镜头是包括如下所述的成像镜头 :

[0024] 负的第一透镜 ;

[0025] 为双凹形状的负的第二透镜 ;

[0026] 第三透镜, 所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状 ; 和

[0027] 第四透镜, 所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状, 其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

[0028] 其中满足以下条件公式 (6-1) :

[0029] $0.60 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6-1)$, 其中

[0030] R8 : 第四透镜的物体侧表面的曲率半径 ; 和

[0031] R9 : 第四透镜的图像侧表面的曲率半径。

[0032] 本实用新型的第三成像镜头是包括如下所述的成像镜头 :

[0033] 负的第一透镜 ;

[0034] 负的第二透镜 ;

[0035] 第三透镜, 所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状 ; 和

[0036] 第四透镜, 所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状, 其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

[0037] 其中满足以下条件公式 (7) :

[0038] $6.2 < |R8 / f| \dots (7)$, 其中

[0039] R8 : 第四透镜的物体侧表面的曲率半径, 和

[0040] f : 整个系统的焦距。

[0041] 本实用新型的第四成像镜头是包括如下所述的成像镜头 :

[0042] 负的第一透镜 ;

[0043] 为双凹形状的负的第二透镜 ;

[0044] 第三透镜, 所述第三透镜为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状 ; 和

[0045] 第四透镜, 所述第四透镜为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状, 其中所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜和所述第四透镜从物体侧顺序地布置,

[0046] 其中满足以下条件公式 (7-1) :

[0047] $4.5 < |R8 / f| \dots (7-1)$, 其中

[0048] R8 :第四透镜的物体侧表面的曲率半径,和

[0049] f :整个系统的焦距。

[0050] 进一步地,在本实用新型的第一至第四成像镜头中,理想的是满足以下条件公式(1)-(5)、(8)-(20)、(3-1)-(5-1)、(11-1)、(12-1)和(12-2)。理想的模式可以包括以下条件公式(1)-(5)、(8)-(20)、(3-1)-(5-1)、(11-1)、(12-1)和(12-2)的结构中的一个,或包括所述条件公式(1)-(5)、(8)-(20)、(3-1)-(5-1)、(11-1)、(12-1)和(12-2)中的任意两个或更多的组合。

[0051] $2.25 < vd2 / vd3$... (1) ;

[0052] $0.09 < Nd3-Nd2$... (2) ;

[0053] $1.0 < |f2/f| < 2.6$... (3) ;

[0054] $1.0 < |f2/f| < 2.7$... (3-1) ;

[0055] $1.0 < D2 / f < 2.5$... (4) ;

[0056] $1.0 < D2 / f < 2.8$... (4-1) ;

[0057] $1.5 < f3 / f < 3.0$... (5) ;

[0058] $1.5 < f3 / f < 4.6$... (5-1) ;

[0059] $8.0 < L / f < 13.9$... (8) ;

[0060] $1.0 < Bf / f < 3.0$... (9) ;

[0061] $1.5 < (D4+D5) / f < 3.3$... (10) ;

[0062] $3.1 < R4 / f$... (11) ;

[0063] $R4 / f < 1.3$... (11-1) ;

[0064] $-160 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.85$... (12) ;

[0065] $-160 < (R3-R4) / (R3+R4) < -1.0$... (12-1) ;

[0066] $0.2 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.85$... (12-2) ;

[0067] $8 < R1 / f < 5$... (13) ;

[0068] $2 < R6 / f$... (14) ;

[0069] $0.5 < D3 / f < 5.0$... (15) ;

[0070] $0.1 \leq (R1-R2) / (R1+R2) \leq 1.0$... (16) ;

[0071] $0.2 < R1 / L < 3.0$... (17) ;

[0072] $-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.1$... (18) ;

[0073] $-0.8 < f/f123 < 0.8$... (19) ;以及

[0074] $1 \leq f34 / f \leq 10$... (20),其中

[0075] f :整个系统的焦距,

[0076] f2 :第二透镜的焦距,

[0077] f3 :第三透镜的焦距,

[0078] R1 :第一透镜的物体侧表面的曲率半径,

[0079] R2 :第一透镜的图像侧表面的曲率半径,

[0080] R3 :第二透镜的物体侧表面的曲率半径,

[0081] R4 :第二透镜的图像侧表面的曲率半径,

[0082] R5 :第三透镜的物体侧表面的曲率半径,

- [0083] R6 :第三透镜的图像侧表面的曲率半径,
- [0084] D2 :第一透镜与第二透镜之间在光轴上的距离,
- [0085] D3 :第二透镜的中心厚度,
- [0086] D4 :第二透镜与第三透镜之间沿光轴在空气中的距离,
- [0087] D5 :第三透镜的中心厚度,
- [0088] f123 :第一透镜、第二透镜和第三透镜的组合焦距,
- [0089] f34 :第三透镜和第四透镜的组合焦距,
- [0090] L :从第一透镜的物体侧表面到像面在光轴上的距离 (后焦距部分是空气中的距离),
- [0091] Bf :从最靠近图像侧透镜的图像侧表面的顶点到像面的距离 (空气中的距离),
- [0092] vd2 :第二透镜的材料关于 d 线的阿贝数,
- [0093] vd3 :第三透镜的材料关于 d 线的阿贝数,
- [0094] Nd2 :第二透镜的材料关于 d 线的折射率,
- [0095] Nd3 :第三透镜的材料关于 d 线的折射率。
- [0096] 在本实用新型中,当包括非球面表面时,将在近轴区域中考虑透镜的表面形状 (例如,凸面、凹面、平坦表面、双凹、弯月形、双凸、平凸和平凹) 的符号和透镜的折射屈光力,例如,正透镜和负透镜,除非另有说明。进一步地,在本实用新型中,当表面的形状朝向物体侧凸起时曲率半径的符号为正,而当表面的形状朝向图像侧凸起时曲率半径的符号为负。
- [0097] 在本实用新型的第一至第四成像镜头中,理想的是构成第三透镜的材料是聚碳酸酯。
- [0098] 本实用新型的成像设备包括本实用新型的第一至第四成像镜头中的至少一个。
- [0099] 根据本实用新型的第一成像镜头,适当地设定整个系统中光焦度的布置、第三透镜和第四透镜的表面的形状等,并且在包括至少 4 个透镜的透镜系统中满足条件公式 (6)。因此,可以实现小尺寸、低成本、和宽视场角。进一步地,可以获得其中场曲、球面像差、彗形像差和畸变被极好地校正 的具有高光学性能的成像镜头,并且还可以在图像形成区域的周边部分中获得极好的图像。
- [0100] 根据本实用新型的第二成像镜头,适当地设定整个系统中光焦度的布置、第二透镜、第三透镜和第四透镜的表面的形状等,并且在包括至少 4 个透镜的透镜系统中满足条件公式 (6-1)。因此,可以实现小尺寸、低成本、和宽视场角。进一步地,可以获得其中场曲、球面像差、彗形像差和畸变被极好地校正的具有高光学性能的成像镜头,并且还可以在图像形成区域的周边部分中获得极好的图像。
- [0101] 根据本实用新型的第三成像镜头,适当地设定整个系统中光焦度的布置、第二透镜、第三透镜和第四透镜的表面的形状等,并且在包括至少 4 个透镜的透镜系统中满足条件公式 (7)。因此,可以实现小尺寸、低成本、和宽视场角。进一步地,可以获得其中场曲、球面像差、彗形像差和畸变被极好地校正的具有高光学性能的成像镜头,并且还可以在图像形成区域的周边部分中获得极好的图像。
- [0102] 根据本实用新型的第四成像镜头,适当地设定整个系统中光焦度的布置、第二透镜、第三透镜和第四透镜的表面的形状等,并且在包括至少 4 个透镜的透镜系统中满足条

件公式 (7-1)。因此,可以实现小尺寸、低成本、和宽视场角。因此,可以实现小尺寸、低成本、和宽视场角。进一步地,可以获得其中场曲、球面像差、彗形像差和畸变被极好地校正的具有高光学性能的成像镜头,并且还可以在图像形成区域的周边部分中获得极好的图像。

[0103] 本实用新型的成像设备包括本实用新型的成像镜头。因此,成像设备可以小尺寸和低成本被构造而成。进一步地,成像设备具有充分宽的视场角,并且可以通过利用成像装置以高分辨率获得极好的图像。

附图说明

[0104] 图 1 是显示了根据本实用新型的一个实施例的成像镜头的结构和光路的图;

[0105] 图 2 是显示根据本实用新型的另一个实施例的成像镜头的结构和光路的图;

[0106] 图 3 是说明第二透镜的表面形状等的图;

[0107] 图 4 是显示本实用新型的示例 1 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0108] 图 5 是显示本实用新型的示例 2 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0109] 图 6 是显示本实用新型的示例 3 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0110] 图 7 是显示本实用新型的示例 4 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0111] 图 8 是显示本实用新型的示例 5 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0112] 图 9 是显示本实用新型的示例 6 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0113] 图 10 是显示本实用新型的示例 7 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0114] 图 11 是显示本实用新型的示例 8 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0115] 图 12 是显示本实用新型的示例 9 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0116] 图 13 是显示本实用新型的示例 10 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0117] 图 14 是显示本实用新型的示例 11 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0118] 图 15 是显示本实用新型的示例 12 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0119] 图 16 是显示本实用新型的示例 13 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0120] 图 17 是显示本实用新型的示例 14 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0121] 图 18 是显示本实用新型的示例 15 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0122] 图 19 是显示本实用新型的示例 16 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0123] 图 20 是显示本实用新型的示例 17 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0124] 图 21 是显示本实用新型的示例 18 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0125] 图 22 是显示本实用新型的示例 19 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0126] 图 23 是显示本实用新型的示例 20 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0127] 图 24 是显示本实用新型的示例 21 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0128] 图 25 是显示本实用新型的示例 22 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0129] 图 26 是显示本实用新型的示例 23 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0130] 图 27 是显示本实用新型的示例 24 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0131] 图 28 是显示本实用新型的示例 25 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0132] 图 29 是显示本实用新型的示例 26 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0133] 图 30 是显示本实用新型的示例 27 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

[0134] 图 31 是显示本实用新型的示例 28 中的成像镜头的透镜结构的剖视图;

- [0135] 图 32(A)–图 32(D) 是本实用新型的示例 1 中的成像镜头的像差图；
- [0136] 图 33(A)–图 33(D) 是本实用新型的示例 2 中的成像镜头的像差图；
- [0137] 图 34(A)–图 34(D) 是本实用新型的示例 3 中的成像镜头的像差图；
- [0138] 图 35(A)–图 35(D) 是本实用新型的示例 4 中的成像镜头的像差图；
- [0139] 图 36(A)–图 36(D) 是本实用新型的示例 5 中的成像镜头的像差图；
- [0140] 图 37(A)–图 37(D) 是本实用新型的示例 6 中的成像镜头的像差图；
- [0141] 图 38(A)–图 38(D) 是本实用新型的示例 7 中的成像镜头的像差图；
- [0142] 图 39(A)–图 39(D) 是本实用新型的示例 8 中的成像镜头的像差图；
- [0143] 图 40(A)–图 40(D) 是本实用新型的示例 9 中的成像镜头的像差图；
- [0144] 图 41(A)–图 41(D) 是本实用新型的示例 10 中的成像镜头的像差图；
- [0145] 图 42(A)–图 42(D) 是本实用新型的示例 11 中的成像镜头的像差图；
- [0146] 图 43(A)–图 43(D) 是本实用新型的示例 12 中的成像镜头的像差图；
- [0147] 图 44(A)–图 44(D) 是本实用新型的示例 13 中的成像镜头的像差图；
- [0148] 图 45(A)–图 45(D) 是本实用新型的示例 14 中的成像镜头的像差图；
- [0149] 图 46(A)–图 46(D) 是本实用新型的示例 15 中的成像镜头的像差图；
- [0150] 图 47(A)–图 47(D) 是本实用新型的示例 16 中的成像镜头的像差图；
- [0151] 图 48(A)–图 48(D) 是本实用新型的示例 17 中的成像镜头的像差图；
- [0152] 图 49(A)–图 49(D) 是本实用新型的示例 18 中的成像镜头的像差图；
- [0153] 图 50(A)–图 50(D) 是本实用新型的示例 19 中的成像镜头的像差图；
- [0154] 图 51(A)–图 51(D) 是本实用新型的示例 20 中的成像镜头的像差图；
- [0155] 图 52(A)–图 52(D) 是本实用新型的示例 21 中的成像镜头的像差图；
- [0156] 图 53(A)–图 53(D) 是本实用新型的示例 22 中的成像镜头的像差图；
- [0157] 图 54(A)–图 54(D) 是本实用新型的示例 23 中的成像镜头的像差图；
- [0158] 图 55(A)–图 55(D) 是本实用新型的示例 24 中的成像镜头的像差图；
- [0159] 图 56(A)–图 56(D) 是本实用新型的示例 25 中的成像镜头的像差图；
- [0160] 图 57(A)–图 57(D) 是本实用新型的示例 26 中的成像镜头的像差图；
- [0161] 图 58(A)–图 58(D) 是本实用新型的示例 27 中的成像镜头的像差图；
- [0162] 图 59(A)–图 59(D) 是本实用新型的示例 28 中的成像镜头的像差图；以及
- [0163] 图 60 是显示用于根据本实用新型的一个实施例的车载使用的成像设备的布置的图。

具体实施方式

[0164] 以下参照附图详细地描述本实用新型的实施例。

[0165] [成像镜头的实施例]

[0166] 首先,以下参照图 1 和图 2 描述本实用新型实施例的成像镜头。图 1 是显示了根据本实用新型的一个实施例的成像镜头的结构和光路的图。图 1 中所示的成像镜头 1 与随后所述的本实用新型的示例 3 中的成像镜头相对应。图 1 所示的成像镜头 1 包括基于接下来将要描述的本实用新型第一和第三实施例的结构。

[0167] 图 2 是显示根据本实用新型的另一个实施例的成像镜头 1' 的结构和光路的图。

图 2 中所示的成像镜头 1' 与随后所述的本实用新型的示例 17 中的成像镜头相对应。图 2 中所示的成像镜头 1' 与包括基于接下来将要描述的本实用新型的第一至第四实施例的结构。

[0168] 在图 1 和图 2 中,左侧是物体侧,而右侧是图像侧,并且还示出了来自在无穷远处的物体点的近轴光线 2,和在全视场角 2ω 处的离轴光线 3,4。在图 1 和图 2 中,考虑将成像镜头 1、1' 应用于成像设备,并且还示出了布置在包括成像镜头 1,1' 的像点 P_{im} 的像面 Sim 处的成像装置 5。成像装置 5 将由成像镜头 1、1' 形成的光学图像转换成电信号。例如,CCD 图像传感器、CMOS 图像传感器等可以用作成像装置 5。

[0169] 当将成像镜头 1,1' 应用到成像设备时,理想的是以根据上面安装有镜头的照相机的结构设置玻璃罩、低通滤光器或红外线移除滤光器。图 1 和图 2 示出了其中被假设为这种元件的平行平坦板状光学构件 (parallel-flat-plate-shaped optical member) PP 布置在最靠近图像侧透镜与成像装置 5 (像面 Sim) 之间的示例。

[0170] 首先,描述本实用新型的第一实施例的结构。根据本实用新型的第一实施例的成像镜头包括从物体侧顺序地布置的负的第一透镜 L1、负的第二透镜 L2、为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状的第三透镜 L3、和为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状的第四透镜 L4。在图 1 中所示的示例中,孔径光阑 St 布置在第三透镜 L3 与第四透镜 L4 之间。在图 1 中,孔径光阑 St 既不表示孔径光阑 St 的形状也不表示孔径光阑 St 的尺寸,而使表示孔径光阑 St 在光轴 Z 上的位置。

[0171] 该成像镜头由为少量透镜的 4 个透镜构成。因此,可以减少成像镜头的成本以及成像镜头在光轴方向上的总长度。进一步地,因为作为布置在物体侧的两个透镜的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 是负透镜,因此可以容易地扩大整个透镜系统的视场角。进一步地,因为存在两个负透镜,因此将要通过一个或多个负透镜执行的各种像差的校正可以划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。类似地,因为在图像侧还存在两个正透镜,即,第三透镜 L3 和第四透镜 L4,因此用于在像面上形成图像的汇聚作用和将要通过一个或多个正透镜执行的各种像差的校正可以被划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。

[0172] 当第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的两者都是正透镜时,可以极好地校正场曲和球面像差。进一步地,当第三透镜 L3 具有包括朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状,并且第四透镜 L4 具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状时,可以极好地校正场曲和彗形像差。

[0173] 进一步地,根据本实用新型的第一实施例的成像镜头满足以下条件公式 (6) :

[0174] $0.75 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6)$, 其中

[0175] R8 : 第四透镜的物体侧表面的曲率半径 ; 和

[0176] R9 : 第四透镜的图像侧表面的曲率半径。

[0177] 当满足条件公式 (6) 的上限和下限时,第四透镜 L4 可以具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的弯月形状。因此,可以极好地校正场曲和球面像差。当满足条件公式 (6) 的上限时,第四透镜 L4 的物体侧表面可以是平坦表面或凹面。因此,可以防止第四透镜 L4 的光焦度变得太强,并且容易提供长后焦距。当满足条

件公式 (6) 的下限时,可以防止第四透镜 L4 的图像侧表面的曲率半径变得太小,并且防止第四透镜 L4 的光焦度变得太弱。可以容易地抑制在成像装置的周边部分中进入传感器的光线的入射角,或防止物体侧表面的曲率半径变得太大。因此,球面像差的校正变得容易。

[0178] 接下来,将描述本实用新型的第二实施例的结构。根据本实用新型的第二实施例的成像镜头包括从物体侧顺序地布置的负的第一透镜 L1、为平凹形状的负的第二透镜 L2、为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状的第三透镜 L3、和为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状的第四透镜 L4。

[0179] 该成像镜头由为少量透镜的 4 个透镜构成。因此,可以减少成像镜头的成本以及成像镜头在光轴方向上的总长度。进一步地,因为作为布置在物体侧的两个透镜的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 是负透镜,因此可以容易地扩大整个透镜系统的视场角。进一步地,因为存在两个负透镜,因此将要通过一个或多个负透镜执行的各种像差的校正可以划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。类似地,因为在图像侧还存在两个正透镜,即,第三透镜 L3 和第四透镜 L4,因此用于在像面上形成图像的汇聚作用和将要通过一个或多个正透镜执行的各种像差的校正可以被划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。

[0180] 进一步地,因为第二透镜 L2 具有双凹形状,因此可以容易地扩大视场角,并且容易地校正像曲、畸变和球面像差。这里,第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0181] 因为第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的两者都是正透镜,因此可以极好地校正场曲和球面像差。进一步地,因为第三透镜 L3 具有包括朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状,并且第四透镜 L4 具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状时,可以极好地校正场曲和彗形像差。

[0182] 进一步地,根据本实用新型的第二实施例的成像镜头满足以下条件公式 (6-1) :

$$[0183] \quad 0.60 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6-1)。$$

[0184] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,可以容易地增加第二透镜 L2 的光焦度,并且第二透镜 L2 可以急剧地弯曲光线。因此,可以减小进入第四透镜 L4 的光线的入射角。因此,即使下限是 0.60,也可以抑制在周边区域中进入传感器的光线的入射角。当满足条件公式 (6-1) 的上限和下限时,第四透镜 L4 可以具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的弯月形状。因此,可以以极好地校正场曲和球面像差。当满足条件公式 (6-1) 的上限时,第四透镜 L4 的物体侧表面可以是平坦表面或凹面。因此,可以防止第四透镜 L4 的光焦度变得太强,并且容易地提供长后焦距。

[0185] 接下来,将描述本实用新型的第三实施例的结构。根据本实用新型的第三实施例的成像镜头包括从物体侧顺序地布置的负的第一透镜 L1、负的第二透镜 L2、为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状的第三透镜 L3、和为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状的第四透镜 L4。

[0186] 该成像镜头由为少量透镜的 4 个透镜构成。因此,可以减少成像镜头的成本以及成像镜头在光轴方向上的总长度。进一步地,因为作为布置在物体侧的两个透镜的第一透

镜 L1 和第二透镜 L2 是负透镜,因此可以容易地扩大整个透镜系统的视场角。进一步地,因为存在两个负透镜,因此将要通过一个或多个负透镜执行的各种像差的校正可以划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。类似地,因为在图像侧还存在两个正透镜,即,第三透镜 L3 和第四透镜 L4,因此用于在像面上形成图像的汇聚作用和将要通过一个或多个正透镜执行的各种像差的校正可以被划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。

[0187] 因为第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的两者都是正透镜,因此可以极好地校正场曲和球面像差。进一步地,因为第三透镜 L3 具有包括朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状,并且第四透镜 L4 具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状时,可以极好地校正场曲和彗形像差。

[0188] 进一步地,根据本实用新型的第三实施例的成像镜头满足以下条件公式 (7) :

[0189] $6.2 < |R8/f| \dots (7)$, 其中

[0190] R8 : 第四透镜 L4 的物体侧表面的曲率半径 ; 和

[0191] f : 整个系统的焦距。

[0192] 当满足条件公式 (7) 的下限时,球面像差的校正变得容易。

[0193] 接下来,将描述本实用新型的第四实施例的结构。根据本实用新型的 第四实施例的成像镜头包括从物体侧顺序地布置的负的第一透镜 L1、为双凹形状的负的第二透镜 L2、为具有朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状的第三透镜 L3、和为具有朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或具有朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状的第四透镜 L4。

[0194] 该成像镜头由为少量透镜的 4 个透镜构成。因此,可以减少成像镜头的成本以及成像镜头在光轴方向上的总长度。进一步地,因为作为布置在物体侧的两个透镜的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 是负透镜,因此可以容易地扩大整个透镜系统的视场角。进一步地,因为存在两个负透镜,因此将要通过一个或多个负透镜执行的各种像差的校正可以划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。类似地,因为在图像侧还存在两个正透镜,即,第三透镜 L3 和第四透镜 L4,因此用于在像面上形成图像的汇聚作用和将要通过一个或多个正透镜执行的各种像差的校正可以被划分并分配给两个透镜。因此,可以有效地执行校正。

[0195] 进一步地,因为第二透镜 L2 具有双凹形状,因此可以以容易地扩大视场角,并且容易地校正场曲、畸变和球面像差。这里,第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0196] 因为第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的两者都是正透镜,因此可以极好地校正场曲和球面像差。进一步地,因为第三透镜 L3 具有包括朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向物体侧指向的凸面的正弯月形状,并且第四透镜 L4 具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向图像侧指向的凸面的正弯月形状时,可以极好地校正场曲和彗形像差。

[0197] 进一步地,根据本实用新型的第四实施例的成像镜头满足以下条件公式 (7-1) :

[0198] $4.5 < |R8/f| \dots (7-1)$ 。

[0199] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,球面像差的校正是容易的,并且甚至在下限为

4.5 的情况下,可以实现极好的分辨率性能。

[0200] 根据第一至第四实施例的成像镜头可以包括其它实施例的结构中的至少一个,或其它实施例的理想结构中的至少一个。例如,根据第一实施例的成像镜头可以包括第二实施例的结构。可选地,第二实施例中的成像镜头可以包括被描述为第一实施例的结构的理想结构。

[0201] 接下来,通过给出理想地包括在成像镜头中的结构描述根据第一至第四实施例的成像镜头的作用和效果。作为一种理想模式,成像镜头可以包括以下结构中的一个,或其组合中的任意两个或更多个。理想的是满足以下条件公式(1):

[0202] $2.25 < v_{d2}/v_{d3} \dots (1)$, 其中

[0203] v_{d2} :第二透镜 L2 的材料关于 d 线的阿贝数;和

[0204] v_{d3} :第三透镜 L3 的材料关于 d 线的阿贝数。

[0205] 当满足条件公式(1)的下限时,横向色像差的校正变得容易。

[0206] 理想的是满足以下条件公式(2):

[0207] $0.09 < n_{d3}-n_{d2} \dots (2)$, 其中

[0208] n_{d2} :第二透镜 L2 的材料关于 d 线的折射率;和

[0209] n_{d3} :第三透镜 L3 的材料关于 d 线的折射率。

[0210] 当满足条件公式(2)的下限时,可以增加第三透镜 L3 的折射率。因此,可以容易地增加第三透镜 L3 的光焦度,并且容易地校正横向色像差和场曲,或可以防止第二透镜 L2 的折射率变得过高,并且防止第二透镜 L2 的材料的阿贝数变得太小。因此,色像差的校正变得容易。

[0211] 理想的是满足以下条件公式(3):

[0212] $1.0 < |f_2 / f| < 2.6 \dots (3)$, 其中

[0213] f :整个系统的焦距;和

[0214] f_2 :第二透镜 L2 的焦距。

[0215] 当满足条件公式(3)的上限时,可以容易地增加第二透镜 L2 的光焦度。因此,可以以容易地扩大视场角,并且容易地减小透镜系统的尺寸。如果所述值低于条件公式(3)的下限,则第二透镜 L2 的光焦度变得太强,并且光线通过第二透镜 L2 被急剧弯曲。因此,畸变的校正变得困难,或场曲的校正变得困难。

[0216] 当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的负弯月形状时,理想的是满足以下条件公式(3-1):

[0217] $1.0 < |f_2 / f| < 2.7 \dots (3-1)$ 。

[0218] 当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的负弯月形状时,可以容易地减小透镜系统在直径方向上的尺寸。因此,即使上限是 2.7,也可以容易地减小透镜系统在直径方向上的尺寸。如果所述值低于条件公式(3-1)的下限,则第二透镜 L2 的光焦度变得太强,并且光线通过第二透镜 L2 被急剧弯曲。因此,畸变的校正变得困难,或场曲的校正变得困难。这里,第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0219] 理想的是满足以下条件公式(4):

[0220] $1.0 < D_2 / f < 2.5 \dots (4)$, 其中

[0221] f :整个系统的焦距;和

[0222] D2 :第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间在光轴上的距离。

[0223] 当满足条件公式 (4) 的上限时,可以减小透镜系统的尺寸。如果所述值低于条件公式 (4) 的下限,则第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的距离变短,并且第二透镜 L2 的物体侧表面的表面形状受到限制。因此,场曲和畸变的校正变得困难。

[0224] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,理想的是满足以下公式 (4-1) :

[0225] $1.0 < D2 / f < 2.8 \dots (4-1)$ 。

[0226] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,可以容易地扩大视场角。进一步地,场曲、畸变和球面像差的校正变得容易。当第二透镜 L2 具有双凹形状时,与其中第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状的情况相比较,可以容易地将点定位在第二透镜 L2 的物体侧表面上更远离物体侧的有效直径边缘处。因此,即使上限是 2.8,也可以容易地校正场曲,同时防止透镜系统的尺寸变大。如果所述值低于条件公式 (4-1) 的下限,则第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的距离变短,并且第二透镜 L2 的物体侧表面的表面形状受到限制。因此,场曲和畸变的校正变得困难。这里,第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0227] 理想的是满足以下条件公式 (5) :

[0228] $1.5 < f3 / f < 3.0 \dots (5)$, 其中

[0229] f :整个系统的焦距 ;和

[0230] f3 :第三透镜 L3 的焦距。

[0231] 当满足条件公式 (5) 的上限时,可以防止第三透镜 L3 的光焦度变得太弱,并且容易地校正场曲和横向色像差。如果所述值低于条件公式 (5) 的下限,则第三透镜 L3 的光焦度变得太强,并且后焦距变得太短,或第三透镜 L3 的光焦度变得太强,并且偏心率的制造误差所容许的量变得太小。因此,制造变得困难。

[0232] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,理想的是满足以下条件公式 (5-1) :

[0233] $1.5 < f3 / f < 4.6 \dots (5-1)$ 。

[0234] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,可以容易地扩大视场角,并且容易地校正场曲、畸变和球面像差。当第二透镜 L2 具有双凹形状时,可以容易地校正场曲。因此,即使上限是 4.6,也可以极好地校正场曲。如果所述值低于条件公式 (5-1) 的下限,则第三透镜 L3 的光焦度变得太强,并且后焦距变得太短,或第三透镜 L3 的光焦度变得太强,并且偏心率的制造误差所容许的量变得太小。因此,制造变得困难。这里,第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0235] 理想的是满足以下条件公式 (8) :

[0236] $8.0 < L / f < 13.9 \dots (8)$, 其中

[0237] L :从第一透镜 L1 的物体侧表面的顶点到像面的距离 ;和

[0238] f :整个系统的焦距。

[0239] 当满足条件公式 (8) 的上限时,可以容易地减小透镜系统的尺寸。如果所述值低于条件公式 (8) 的下限,则焦距变得太长,并且变得难以获得宽视场角,或由于扩大视场角而是的畸变变得太大。进一步地,以小尺寸形成周边区域中的图像,或透镜系统的尺寸变得太小。因此,每一个透镜的厚度和透镜之间的距离距离变小。因此,制造变得困难,而且导致增加成本。

[0240] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,理想的是满足以下条件公式 (9) :

[0241] $1.0 < Bf / f < 3.0 \dots (9)$, 其中

[0242] Bf : 从最靠近图像侧透镜的图像侧表面的顶点到像面的距离(空气中的距离); 和

[0243] f : 整个系统的焦距。

[0244] 如果所述值超过条件公式(9)的上限, 则透镜系统的尺寸变大。如果所述值低于条件公式(9)的下限, 则透镜系统与成像装置之间的距离变得太短, 并且变得难以将各种滤光器、玻璃罩等插入透镜系统与成像装置之间, 并且可用的成像装置受到限制。这里, 第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0245] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时, 理想的是满足以下条件公式(10):

[0246] $1.5 < (D4+D5) / f < 3.3 \dots (10)$, 其中

[0247] $D4$: 第二透镜 L2 与第三透镜 L3 之间沿光轴在空气中的距离;

[0248] $D5$: 第三透镜 L3 的中心厚度; 和

[0249] f : 整个系统的焦距。

[0250] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时, 可以容易地扩大视场角, 并且容易地校正场曲、畸变和球面像差。当满足条件公式(10)时, 球面像差、畸变和彗形像差被极好地校正。进一步地, 可以提供长后焦距, 扩大视场角, 并且可以获得充分的性能。当满足条件公式(10)的上限时, 可以容易地减小最靠近物体侧负透镜的直径, 并且可以容易地减小总透镜长度。因此, 尺寸的减小变得容易。当满足条件公式(10)的下限时, 球面像差和彗形像差的校正变得容易。进一步地, 可容易获得具有小 F 数的透镜。这里, 第二透镜 L2 可以具有平凹形状。

[0251] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时, 理想的是满足以下条件公式(11):

[0252] $3.1 < R4 / f \dots (11)$, 其中

[0253] $R4$: 第二透镜 L2 的图像侧表面的曲率半径; 和

[0254] f : 整个系统的焦距。

[0255] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时, 可以容易地扩大视场角, 并且容易地校正场曲、畸变和球面像差。进一步地, 当在第二透镜 L2 具有双凹形状时满足条件公式(11)的下限时, 可以防止第二透镜 L2 的图像侧表面的曲率半径变小, 并且容易地校正场曲和球面像差, 或可以抑制第二透镜 L2 的光焦度。因此, 可以防止光线由于该透镜而急剧弯曲, 并且畸变的校正变得容易。

[0256] 当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形透镜形状时, 理想的是满足以下条件公式(11-1):

[0257] $R4 / f < 1.3 \dots (11-1)$ 。

[0258] 当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状时, 可以容易地减小透镜系统在直径方向上的尺寸, 同时获得宽视场角。进一步地, 如果在第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状时所述值超过条件公式(11-1)的上限, 则第二透镜 L2 的光焦度变得太弱, 并且变得难以扩大视场角并校正畸变。这里, 第二透镜 L2 可以为平凹透镜。

[0259] 理想的是满足以下条件公式(12):

[0260] $-160 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.85 \dots (12)$, 其中

[0261] $R3$: 第二透镜 L2 的物体侧表面的曲率半径; 和

[0262] R4 :第二透镜 L2 的图像侧表面的曲率半径。

[0263] 当满足条件公式 (12) 的上限时,可以容易地减小为具有朝向物体侧指向的凸面的弯月形状的动物侧表面的曲率半径,并且容易地减小镜头系统的尺寸。当满足条件公式 (12) 的下限时,在双凹透镜中,与第二透镜 L2 的图像侧表面的曲率半径的绝对值相比较,可以容易地减小第二透镜 L2 的动物侧表面的曲率半径的绝对值。因此,场曲、彗星像差、和球面像差的校正变得容易。

[0264] 当第二透镜 L2 具有双凹形状时,理想的是满足以下条件公式 (12-1) :

[0265] $-160 < (R3-R4) / (R3+R4) < -1.0 \dots (12-1)$ 。

[0266] 当上限是 -1.0 时,可以获得其动物侧表面的曲率半径的绝对值小于其图像侧表面的曲率半径的绝对值的双凹透镜作为第二透镜 L2。因此,场曲、彗形像差和畸变的校正变得容易。当满足条件公式 (12-1) 的下限时,在双凹透镜中,与第二透镜 L2 的图像侧表面的曲率半径的绝对值相比,可以容易地减小第二透镜 L2 的动物侧表面的曲率半径的绝对值。因此,场曲、彗形像差和球面像差的校正变得容易。

[0267] 当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状时,理想的是满足以下条件公式 (12-2) :

[0268] $0.2 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.85 \dots (12-2)$ 。

[0269] 当在第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状的同时下限是 0.2 时,可以以容易地增加第二透镜 L2 的光焦度,并且场曲和畸变的校正变得容易。当满足条件公式 (12) 的上限时,可以容易地减小具有朝向物体侧指向的凸面的弯月形状的动物侧表面的曲率半径。因此,可以容易地减少透镜系统的尺寸。

[0270] 理想的是满足以下条件公式 (13) :

[0271] $8 < R1 / f < 50 \dots (13)$,其中

[0272] R1 :第一透镜 L1 的动物侧表面的曲率半径 ;和

[0273] f :整个系统的焦距。

[0274] 如果所述值超过条件公式 (13) 的上限,则第一透镜 L1 的动物侧表面的曲率半径变大,并且光线在该表面处被急剧弯曲。因此,畸变的校正变得困难。如果所述值低于条件公式 (13) 的下限,则第一透镜 L1 的动物侧表面的曲率半径变得太小,并且变得难以扩大视场角。

[0275] 理想的是满足以下条件公式 (14) :

[0276] $2 < R6 / f \dots (14)$,其中

[0277] R6 :第三透镜 L3 的图像侧表面的曲率半径 ;和

[0278] f :整个系统的焦距。

[0279] 如果所述值低于条件公式 (14) 的下限,则第三透镜 L3 的光焦度变弱,并且场曲、球面像差和横向色像差的校正变得困难。

[0280] 理想的是满足以下条件公式 (15) :

[0281] $0.5 < D3 / f < 5.0 \dots (15)$,其中

[0282] D3 :第二透镜 L2 的中心厚度 ;和

[0283] f :整个系统的焦距。

[0284] 如果所述值超过条件公式 (15) 的上限,则透镜系统的尺寸变大。如果所述值低于

条件公式 (15) 的下限,则第二透镜 L2 的中心厚度变小,第二透镜 L2 的周边部分的厚度与第二透镜 L2 的中心部分的厚度的比值变大,并且透镜的形成变得困难。

[0285] 理想的是满足以下条件公式 (16) :

[0286] $0.1 \leq (R1-R2) / (R1+R2) \leq 1.0 \dots (16)$, 其中

[0287] R1 :第一透镜 L1 的物体侧表面的曲率半径 ;和

[0288] R2 :第一透镜 L1 的图像侧表面的曲率半径。

[0289] 如果所述值超过条件公式 (16) 的上限,则第一透镜 L1 的物体侧表面变成凹面,并且光线在该表面处被急剧弯曲。因此,畸变的校正变得困难,或进入透镜表面的周边光线的入射角变大,并且反射损失变大。因此,周边区域变暗。如果所述值低于条件公式 (16) 的下限,则第一透镜 L1 的物体侧表面的曲率半径和第一透镜 L1 的图像侧表面的曲率半径变得接近于彼此,并且第一透镜 L1 的光焦度变弱。因此,变得难以扩大视场角。

[0290] 理想的是满足以下条件公式 (17) :

[0291] $0.2 < R1 / L < 3.0 \dots (17)$, 其中

[0292] R1 :第一透镜 L1 的物体侧表面的曲率半径 ;和

[0293] L :从第一透镜 L1 的物体侧表面的顶点到像面的距离。

[0294] 如果所述值超过条件公式 (17) 的上限,则第一透镜 L1 的物体侧表面的曲率半径变得太大,并且光线在该表面处被急剧弯曲。因此,畸变的校正变得困难。如果所述值低于条件公式 (17) 的下限,则总长度变得太长,并且变得难以减小尺寸,或者,第一透镜 L1 的物体侧表面的曲率半径变得太小,并且变得难以扩大视场角。

[0295] 理想的是满足以下条件公式 (18) :

[0296] $-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.1 \dots (18)$, 其中

[0297] R5 :第三透镜 L3 的物体侧表面的曲率半径 ;和

[0298] R6 :第三透镜 L3 的图像侧表面的曲率半径。

[0299] 如果所述值超过条件公式 (18) 的上限,则物体侧表面的曲率半径的绝对值和图像侧表面的曲率半径的绝对值接近于彼此,并且第三透镜 L3 的光焦度变弱。因此,横向色像差和球面像差的校正变得困难。当满足条件公式 (18) 的下限时,第三透镜 L3 可以具有包括朝向物体侧指向的凸面的平凸形状或包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状。因此,场曲和彗形像差的校正变得容易。

[0300] 理想的是满足以下条件公式 (19) :

[0301] $-0.8 < f / f_{123} < 0.8 \dots (19)$, 其中

[0302] f :整个系统的焦距 ;和

[0303] f_{123} :第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合焦距。

[0304] 如果所述值超过条件公式 (19) 的上限,则第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合光焦度变成太强的正光焦度。具体地,第三透镜 L3 的正光焦度变得太强,而后焦距变短,或第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的负光焦度变弱,并且变得难以扩大视场角,或透镜的尺寸变大。如果所述值低于条件公式 (19) 的下限,则第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的负光焦度变得太强,并且场曲的校正变得困难,或第三透镜 L3 的正光焦度变得太弱,并且场曲和横向色像差的校正变得困难。

[0305] 理想的是满足以下条件公式 (20) :

[0306] $1 \leq f_{34} / f \leq 10 \dots (20)$, 其中

[0307] f_{34} : 第三透镜 L3 和第四透镜 L4 的组合焦距; 和

[0308] f : 整个系统的焦距。

[0309] 如果所述值超过条件公式 (20) 的上限, 第三透镜 L3 和第四透镜 L4 的组合光焦度变弱, 并且场曲和横向色像差的校正变得困难。进一步地, 变得难以抑制进入成像装置的光线的入射角。如果所述值低于条件公式 (20) 的下限, 则第三透镜 L3 和第四透镜 L4 的组合光焦度变得太强, 并且变得难以确保后焦距。

[0310] 相对于上述条件公式中的每一个, 理想的是满足其中上限被进一步增加或下限或上限被修改的以下条件。进一步地, 理想的模式可以满足如接下来所描述的由组合下限的修改值和上限的修改值组成的条件公式。接下来将描述作为示例的条件公式的理想修改示例。然而, 条件公式的修改示例不局限于由以下表达式表示的条件公式, 而是可以是所述修改值的组合。

[0311] 理想的是条件公式 (1) 的下限的修改至是 2.3。则, 可以进一步提高上述作用和效果。进一步地, 2.35 是更理想地进一步提高所述作用和效果。理想的是设定条件公式 (1) 的上限, 并且 2.8 作为上限值是理想的。当满足上限时, 可以防止第二透镜 L2 的阿贝数变得太大, 并且容易地增加第二透镜 L2 的折射率。因此, 变得可以容易地扩大视场角, 并且容易地校正畸变, 或变得可以通过防止第三透镜 L3 的阿贝数变得太小来抑制材料的成本。进一步地, 更加理想的是上限是 2.7 以扩大视场角, 并且校正畸变、并抑制材料的成本。进一步地, 2.6 是更加理想的。

[0312] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (1-2) 至 (1-6):

[0313] $2.3 < v_{d2} / v_{d3} \dots (1-2)$;

[0314] $2.35 < v_{d2} / v_{d3} \dots (1-3)$;

[0315] $2.25 < v_{d2}/v_{d3} < 2.8 \dots (1-4)$;

[0316] $2.3 < v_{d2} / v_{d3} < 2.7 \dots (1-5)$; 和

[0317] $2.35 < v_{d2}/v_{d3} < 2.6 \dots (1-6)$ 。

[0318] 理想的是条件公式 (2) 的下限大于或等于 0.10。则, 色像差和场曲的校正变得更加容易。理想的是以设定条件公式 (2) 的上限, 并且 0.16 作为上限值是理想的。则, 变得可以容易地增加第二透镜 L2 的折射率。因此, 变得可以容易地扩大视场角, 并且容易地校正畸变, 或变得可以防止第三透镜 L3 的折射率变高, 并且容易地抑制第三透镜 L3 的材料成本。进一步地, 0.14 作为条件公式 (2) 的上限值更加理想, 并且 0.11 更加理想地更容易扩大视场角, 并且更容易校正畸变, 以及更容易抑制成本。

[0319] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (2-1) 至 (2-4):

[0320] $0.10 < N_{d3}-N_{d2} \dots (2-1)$;

[0321] $0.09 < N_{d3}-N_{d2} < 0.16 \dots (2-2)$;

[0322] $0.10 \leq N_{d3}-N_{d2} < 0.14 \dots (2-3)$; 和

[0323] $0.10 \leq N_{d3}-N_{d2} < 0.11 \dots (2-4)$ 。

[0324] 作为条件公式 (3) 和条件公式 (3-1) 的下限的修改值, 1.2 是理想的。则, 可以提高上述作用和效果。进一步地, 1.5 是理想的来进一步地提高所述作用和效果, 并且 1.7 甚至更加理想, 而 1.8 进一步甚至更加理想。进一步地, 1.9 是更加理想的。作为条件公式 (3)

和条件公式 (3-1) 的上限的修改值, 2.4 是理想的。则, 可以进一步提高上述作用和效果。进一步地, 2.2 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果, 并且 2.19 甚至更加理想, 而 2.18 进一步甚至更加理想。进一步地, 2.15 是更理想的。

[0325] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (3-2) 至 (3-8) :

[0326] $1.2 < |f_2 / f| < 2.7 \dots (3-2) ;$

[0327] $1.2 < |f_2 / f| < 2.6 \dots (3-3) ;$

[0328] $1.5 < |f_2 / f| < 2.4 \dots (3-4) ;$

[0329] $1.7 < |f_2 / f| < 2.2 \dots (3-5) ;$

[0330] $1.8 < |f_2 / f| < 2.19 \dots (3-6) ;$

[0331] $1.9 < |f_2 / f| < 2.18 \dots (3-7) ;$ 和

[0332] $1.9 < |f_2 / f| < 2.6 \dots (3-8)。$

[0333] 作为条件公式 (4) 的下限的修改值, 1.5 是理想的。则, 可以进一步提高上述作用和效果。进一步地, 2 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果, 和 2.04 甚至更加理想。作为条件公式 (4) 的上限的修改值, 2.4 是理想的。则, 可以进一步提高上述作用和效果。进一步地, 2.2 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果。

[0334] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (4-2) 至 (4-4) :

[0335] $1.5 < D_2 / f < 2.5 \dots (4-2) ;$

[0336] $2 < D_2 / f < 2.4 \dots (4-3) ;$ 和

[0337] $2.04 < D_2 / f < 2.2 \dots (4-4)。$

[0338] 作为条件公式 (4-1) 的下限的修改值, 1.5 是理想的。则, 可以进一步提高上述作用和效果。进一步地, 2 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果, 并且 2.04 甚至更加理想。作为条件公式 (4-1) 的上限的修改值, 2.7 是理想的。则, 可以进一步提高上述作用和效果。进一步地, 2.5 是更加理想的以进一步地提高所述作用和效果, 并且 2.3 甚至更加理想。

[0339] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (4-5) 至 (4-8) :

[0340] $1.5 < D_2 / f < 2.8 \dots (4-5) ;$

[0341] $1.5 < D_2 / f < 2.7 \dots (4-6) ;$

[0342] $1.5 < D_2 / f < 2.5 \dots (4-7) ;$ 和

[0343] $2 < D_2 / f < 2.3 \dots (4-8)。$

[0344] 作为条件公式 (5) 的下限的修改值, 2 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 2.2 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果, 并且 2.5 甚至更加理想。作为条件公式 (5) 的上限的修改值, 2.95 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 2.9 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果, 并且 2.88 甚至更加理想, 而 2.8 进一步甚至更加理想。

[0345] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (5-6) 至 (5-8) :

[0346] $2.0 < f_3 / f < 2.95 \dots (5-6) ;$

[0347] $2.2 < f_3 / f < 2.9 \dots (5-7) ;$ 和

[0348] $2.5 < f_3 / f < 2.88 \dots (5-8)。$

[0349] 作为条件公式 (5-1) 的下限的修改值, 2 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用

和效果。进一步地, 2.2 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果, 并且 2.5 甚至更加理想。作为条件公式 (5-1) 的上限的修改值, 4.4 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 4.2 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果, 并且 3.5 甚至更加理想, 而 3.2 进一步甚至更加理想。

[0350] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (5-2) 至 (5-5) :

[0351] $1.5 < f3 / f < 4.4 \dots (5-2)$;

[0352] $1.5 < f3 / f < 4.2 \dots (5-3)$;

[0353] $1.5 < f3 / f < 3.5 \dots (5-4)$;和

[0354] $2.2 < f3 / f < 3.2 \dots (5-5)$ 。

[0355] 作为条件公式 (6) 的下限的修改值, 0.78 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 0.81 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果。作为条件公式 (6) 的上限的修改值, 0.99 是理想的。接着, 可以更加容易地提供长后焦距。进一步地, 0.95 是更加理想的以提供更长的后焦距。

[0356] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (6-2) 至 (6-3) :

[0357] $0.78 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 0.99 \dots (6-2)$;和

[0358] $0.81 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 0.95 \dots (6-3)$ 。

[0359] 作为条件公式 (6-1) 的下限的修改值, 0.65 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 0.7 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果。作为条件公式 (6-1) 的上限的修改值, 0.99 是理想的。接着, 可以更加容易地提供长后焦距。进一步地, 0.95 是更加理想的以提供更长的后焦距。

[0360] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (6-4) 至 (6-6) :

[0361] $0.65 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6-4)$;

[0362] $0.7 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 1.0 \dots (6-5)$;和

[0363] $0.65 \leq (R8-R9) / (R8+R9) \leq 0.99 \dots (6-6)$ 。

[0364] 作为条件公式 (7) 的下限的修改值, 7 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 10 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果, 并且 15 甚至更加理想, 而 20 进一步甚至更加理想。理想的是设定条件公式 (7) 的上限。作为条件公式 (7) 的上限值, 10000 是理想的。当满足此时, 场曲和彗形像差的校正变得容易。进一步地, 更加理想的是上限值是 1000 以容易地校正场曲和彗形像差, 并且 500 甚至更加理想。

[0365] 因此, 例如, 更加理想的是满足以下条件公式 (7-2) 至 (7-5) :

[0366] $7.0 < |R8 / f| \dots (7-2)$;

[0367] $7.0 < |R8 / f| < 10000 \dots (7-3)$;

[0368] $10 < |R8 / f| < 1000 \dots (7-4)$;和

[0369] $15 < |R8 / f| < 500 \dots (7-5)$ 。

[0370] 作为条件公式 (7-1) 的下限的修改值, 5 是理想的。则, 可以进一步增强上述作用和效果。进一步地, 6 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果, 并且 6.5 甚至更加理想。理想的是设定条件公式 (7-1) 的上限。作为条件公式 (7-1) 的上限值, 10000 是理想的。当满足此时, 场曲和彗形像差的校正变得容易。进一步地, 更加理想的是上限是 1000 以容易地校正场曲和彗形像差, 并且 500 甚至更加理想。

[0371] 因此,例如,理想的是满足以下条件公式 (7-6) 至 (7-9) :

[0372] $5 < |R8 / f| \dots (7-6)$;

[0373] $5 < |R8 / f| < 10000 \dots (7-7)$;

[0374] $6 < |R8 / f| < 1000 \dots (7-8)$;和

[0375] $6.5 < |R8 / f| < 500 \dots (7-9)$ 。

[0376] 作为条件公式 (8) 的下限的修改值,9 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,10 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 10.5 甚至更加理想。作为条件公式 (8) 的上限的修改值,13.8 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,13.5 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 13 甚至更加理想,而 12 进一步甚至更加理想。

[0377] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (8-1) 至 (8-4) :

[0378] $9.0 < L / f < 13.8 \dots (8-1)$;

[0379] $9.0 < L / f < 13.5 \dots (8-2)$;

[0380] $10 < L / f < 13 \dots (8-3)$;和

[0381] $10.5 < L / f < 12 \dots (8-4)$ 。

[0382] 作为条件公式 (9) 的下限的修改值,1.5 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,1.7 是更加理想的来进一步地提高所述作用和效果。作为条件公式 (9) 的上限的修改值,2.8 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,2.5 是更加理想的以进一步地提高所述作用和效果,并且 2.35 甚至更加理想。

[0383] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (9-1) 至 (9-3) :

[0384] $1.5 < Bf / f < 2.8 \dots (9-1)$;

[0385] $1.5 < Bf / f < 2.5 \dots (9-2)$;和

[0386] $1.7 < Bf / f < 2.3 \dots (9-3)$ 。

[0387] 作为条件公式 (10) 的下限的修改值,2 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,2.3 是更加理想的以进一步地提高说是作用和效果,并且 2.5 甚至更加理想。作为条件公式 (10) 的上限的修改值,3.2 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,3 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 2.9 甚至更加理想。

[0388] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (10-1) 至 (10-3) :

[0389] $2.0 < (D4+D5) / f < 3.2 \dots (10-1)$;

[0390] $2.3 < (D4+D5) / f < 3 \dots (10-2)$;和

[0391] $2.5 < (D4+D5) / f < 2.9 \dots (10-3)$ 。

[0392] 作为条件公式 (11) 的下限的修改值,3.2 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,3.3 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 3.5 甚至更加理想,而 3.8 进一步甚至更加理想。理想的是设定条件公式 (11) 的上限值。作为上限值,50 是理想的。接着,可以第二透镜 L2 的图像侧表面的曲率半径变得太大,并且畸变的校正变得容易。进一步地,作为上限值,20.0 是更加理想的,以更加容易地校正畸变,并且 10.0 甚至更加理想,而 8 进一步甚至更加理想。进一步地,6 是更加理想的。

[0393] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (11-2) 至 (11-6) :

[0394] $3.1 < R4 / f < 50.0 \dots (11-2)$;

[0395] $3.2 < R4 / f < 20.0 \dots (11-3) ;$

[0396] $3.3 < R4 / f < 10.0 \dots (11-4) ;$

[0397] $3.5 < R4 / f < 8.0 \dots (11-5) ;$ 和

[0398] $3.8 < R4 / f < 6.0 \dots (11-6) 。$

[0399] 理想的是设定条件公式 (11-1) 的下限值。作为下限值,0.1 是理想的。接着,场曲的校正变得容易。进一步地,更加理想的是下限值是 0.5 以更加容易地校正场曲,并且 0.7 甚至更加理想,而 0.8 进一步甚至更加理想。作为条件公式 (11-1) 的上限的修改值,1.2 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,1.1 甚至更加理想地进一步地增强所述作用和效果,并且 1 进一步甚至更加理想。

[0400] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (11-7) 至 (11-10) :

[0401] $0.1 < R4 / f < 1.3 \dots (11-7) ;$

[0402] $0.5 < R4 / f < 1.2 \dots (11-8) ;$

[0403] $0.7 < R4 / f < 1.1 \dots (11-9) ;$ 和

[0404] $0.8 < R4 / f < 1 \dots (11-10) 。$

[0405] 作为条件公式 (12) 的下限的修改值,-30 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,-20 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 -10 甚至更加理想,而 -8 进一步甚至更加理想。作为条件公式 (12) 的上限的修改值,0.82 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,0.8 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 1 甚至更加理想。

[0406] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (12-3) 至 (12-6) :

[0407] $-30 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.85 \dots (12-3) ;$

[0408] $-20 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.82 \dots (12-4) ;$

[0409] $-10 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.8 \dots (12-5) ;$ 和

[0410] $-8 < (R3-R4) / (R3+R4) < 1 \dots (12-6) 。$

[0411] 作为条件公式 (12-1) 的上限的修改值,-1.1 是理想的。因此,可以容易地防止图像侧表面的曲率半径变得太大,并且物体侧表面的曲率半径变得太小。进一步地,可以容易地校正场曲和畸变。进一步地,-1.5 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 -2.0 甚至更加理想。可以以类似于条件公式 (12) 的方式考虑条件公式 (12-1) 的下限的修改值。

[0412] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (12-7) 至 (12-8) :

[0413] $-160 < (R3-R4) / (R3+R4) < -1.1 \dots (12-7) ;$ 和

[0414] $-30 < (R3-R4) / (R3+R4) < -1.5 \dots (12-8) 。$

[0415] 作为条件公式 (12-2) 的下限的修改值,0.3 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,0.5 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 0.7 甚至更加理想。可以以类似于条件公式 (12) 的方式考虑条件公式 (12-2) 的上限的修改值。

[0416] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (12-9) 至 (12-10) :

[0417] $0.3 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.85 \dots (12-9) ;$ 和

[0418] $0.5 < (R3-R4) / (R3+R4) < 0.82 \dots (12-10) 。$

[0419] 作为条件公式 (13) 的下限的修改值,10 是理想的。则,可以进一步增强上述作用

和效果。进一步地,12 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 13 甚至更加理想。作为条件公式 (13) 的上限的修改值,35 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,30 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 26 甚至更加理想。

[0420] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (13-1) 至 (13-3) :

[0421] $10 < R1 / f < 35 \dots (13-1)$;

[0422] $12 < R1 / f < 30 \dots (13-2)$;和

[0423] $13 < R1 / f < 26 \dots (13-3)$ 。

[0424] 作为条件公式 (14) 的下限的修改值,6 是理想的。则,可以进一步增强上述作用和效果。进一步地,20 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 30 甚至更加理想,而 35 进一步甚至更加理想。理想的是设定条件公式 (14) 的上限。作为上限值,5000 是理想的。则,可以容易地校正场曲和彗形像差。进一步地,1000 更加理想地作为上限值以极好地校正场曲和彗形像差,并且 100 甚至更加理想,而 70 进一步甚至更加理想。

[0425] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (14-1) 至 (14-5) :

[0426] $2 < R6 / f < 5000 \dots (14-1)$;

[0427] $6 < R6 / f < 5000 \dots (14-2)$;

[0428] $20 < R6 / f < 1000 \dots (14-3)$;

[0429] $30 < R6 / f < 100 \dots (14-4)$;和

[0430] $35 < R6 / f < 70 \dots (14-5)$ 。

[0431] 作为条件公式 (15) 的下限的修改值,0.7 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,0.8 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 0.9 甚至更加理想。作为条件公式 (15) 的上限的修改值,2 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,1.8 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 1.5 甚至更加理想。

[0432] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (15-1) 至 (15-3) :

[0433] $0.7 < D3 / f < 2.0 \dots (15-1)$;

[0434] $0.8 < D3 / f < 1.8 \dots (15-2)$;和

[0435] $0.9 < D3 / f < 1.5 \dots (15-3)$ 。

[0436] 作为条件公式 (16) 的下限的修改值,0.4 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,0.5 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 0.55 甚至更加理想。作为条件公式 (16) 的上限的修改值,0.7 是理想的。接着,可以更加容易地校正畸变。进一步地,0.68 是更加理想的以更加容易地校正畸变。

[0437] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (16-1) 至 (16-3) :

[0438] $0.4 \leq (R1-R2) / (R1+R2) \leq 1.0 \dots (16-1)$;

[0439] $0.5 \leq (R1-R2) / (R1+R2) \leq 0.7 \dots (16-2)$;和

[0440] $0.55 \leq (R1-R2) / (R1+R2) \leq 0.68 \dots (16-3)$ 。

[0441] 作为条件公式 (17) 的下限的修改值,0.5 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,1 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 1.1 甚至更加理想,而 1.2 进一步甚至更加理想。作为条件公式 (17) 的上限的修改值,2 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,1.7 是更加理想的以进一步地提高所述作用和效

果,并且 1.5 甚至更加理想。

[0442] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (17-1) 至 (17-4) :

[0443] $0.5 < R1 / L < 3.0 \dots (17-1)$;

[0444] $1.0 < R1 / L < 2.0 \dots (17-2)$;

[0445] $1.1 < R1 / L < 1.7 \dots (17-3)$;和

[0446] $1.2 < R1 / L < 1.5 \dots (17-4)$ 。

[0447] 作为条件公式 (18) 的上限的修改值,-0.2 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,-0.4 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 -0.6 甚至更加理想,而 -0.7 进一步甚至更加理想。

[0448] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (18-1) 至 (18-4) :

[0449] $-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.2 \dots (18-1)$;

[0450] $-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.4 \dots (18-2)$;

[0451] $-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.6 \dots (18-3)$;和

[0452] $-1.0 \leq (R5-R6) / (R5+R6) \leq -0.7 \dots (18-4)$ 。

[0453] 作为条件公式 (19) 的下限的修改值,-0.6 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,-0.5 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 -0.3 甚至更加理想。作为条件公式 (19) 的上限的修改值,0.5 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,0.3 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果,并且 0.1 甚至更加理想。

[0454] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (19-1) 至 (19-3) :

[0455] $-0.6 < f / f_{123} < 0.5 \dots (19-1)$;

[0456] $-0.5 < f / f_{123} < 0.3 \dots (19-2)$;和

[0457] $-0.3 < f / f_{123} < 0.1 \dots (19-3)$ 。

[0458] 作为条件公式 (20) 的下限的修改值,1.5 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,2 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果。作为条件公式 (20) 的上限的修改值,8 是理想的。则,可以进一步增强所述作用和效果。进一步地,6.5 是更加理想的以进一步地增强所述作用和效果。

[0459] 因此,例如,更加理想的是满足以下条件公式 (20-1) 和 (20-2) :

[0460] $1.5 \leq f_{34} / f \leq 8 \dots (20-1)$;和

[0461] $2.0 \leq f_{34} / f \leq 6.5 \dots (20-2)$ 。

[0462] 理想的是孔径光阑布置在第三透镜 L3 与第四透镜 L4 之间。可以通过将孔径光阑布置在第三透镜 L3 与第四透镜 L4 之间来减小整个系统的尺寸。

[0463] 理想的是第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第四透镜 L4 的材料关于 d 线的阿贝数大于或等于 40。则可以抑制色像差的生成,并且实现极好的分辨率性能。

[0464] 理想的是第三透镜 L3 的材料的阿贝数小于或等于 40。则可以极好地校正横向色像差。进一步地,更加理想的是所述阿贝数小于或等于 30,并且小于或等于 28 甚至更加理想,而小于或等于 25 进一步甚至更加理想。

[0465] 当第一透镜 L1 的材料关于 d 线的阿贝数为 vd_1 ,并且第二透镜 L2 的材料关于 d 线的阿贝数为 vd_2 时,理想的是 vd_1 / vd_2 是大于或等于 0.7。则可以抑制色像差的生成,并

且实现极好的分辨率性能。进一步地,更加理想的是 $vd1 / vd2$ 大于或等于 0.8。

[0466] 当第一透镜 L1 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd1$, 并且第二透镜 L3 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd3$ 时,理想的是 $vd1 / vd3$ 是大于或等于 1.95。则可以极好地校正纵向色象差和横向色像差。进一步地,更加理想的是 $vd1 / vd3$ 大于或等于 2.00 以更加极好地校正纵向色象差和横向色像差,并且大于或等于 2.05 甚至更加理想。

[0467] 当第一透镜 L1 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd1$, 并且第二透镜 L3 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd3$ 时,理想的是 $vd1 / vd3$ 是小于或等于 2.5。则可以防止第三透镜 L3 的阿贝数变得太小,并且容易降低第三透镜 L3 的材料成本,或者因为可以抑制第一透镜 L1 的阿贝数,因此可以增加第一透镜 L1 的折射率,并且容易增加第一透镜 L1 的光焦度。进一步地,可以容易地减小透镜系统的尺寸,并且容易地校正畸变。进一步地,更加理想的是 $vd1 / vd3$ 小于或等于 2.40 以更加容易地减小透镜系统的尺寸,并且更加容易地校正畸变,并且小于或等于 2.20 甚至更加理想。

[0468] 当第三透镜 L3 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd3$, 并且第四透镜 L4 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd4$ 时,理想的是 $vd4 / vd3$ 大于或等于 2.1。则可以极好地校正纵向色象差和横向色像差。进一步地,更加理想的是 $vd4 / vd3$ 大于或等于 2.2 以更加极好地校正纵向色象差和横向色像差,并且大于或等于 2.3 甚至更加理想,而大于或等于 2.35 进一步甚至更加理想。

[0469] 当第二透镜 L2 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd2$, 并且第四透镜 L4 的材料关于 d 线的阿贝数为 $vd4$ 时,理想的是 $vd2 / vd4$ 大于或等于 0.8 且小于或等于 1.2。当满足该条件时,可以抑制色像差的生成,并且实现极好的分辨率性能。

[0470] 理想的是第一透镜 L1 的材料关于 d 线的折射率低于或等于 1.88。则可以容易地降低第一透镜 L1 的材料成本。进一步地,因为使用具有低折射率的材料是使用的,因此变得可以选择具有大阿贝数的材料。因此,色像差的校正变得容易。进一步地,可以容易地获得极好的分辨率性能。进一步地,更加理想的是所述折射率低于或等于 1.85 以更加极好地校正色像差,并且低于或等于 1.80 甚至更加理想。

[0471] 理想的是第一透镜 L1 的材料关于 d 线的折射率高于或等于 1.60。则可以容易地增加第一透镜 L1 的光焦度。因此,变得可以容易地扩大视场角,并且容易进行处理。进一步地,畸变的校正变得容易。进一步地,更加理想的是所述折射率高于或等于 1.65 以更加容易地扩大视场角,容易进行处理,并且容易地校正畸变,并且高于或等于 1.70 甚至更加理想。

[0472] 理想的是第二透镜 L2 的材料关于 d 线的折射率低于或等于 1.70。则可以容易地降低第二透镜 L2 的材料成本。进一步地,如果材料具有高折射率,则阿贝数变小。因此,色像差变大,并且变得难以获得极好的分辨率性能。进一步地,更加理想的是所述折射率低于或等于 1.65 以降低第二透镜 L2 的材料成本,并且低于或等于 1.60 甚至更加理想。

[0473] 理想的是第二透镜 L2 的材料关于 d 线的折射率高于或等于 1.50。则,可以容易地增加第二透镜 L2 的光焦度,并且容易地校正畸变。进一步地,因为可以容易地增加第二透镜 L2 的光焦度,因此可以容易地减小透镜系统的尺寸。

[0474] 理想的是第三透镜 L3 的材料关于 d 线的折射率低于或等于 1.75。则可以降低第三透镜 L3 的材料成本。进一步地,更加理想的是所述折射率低于或等于 1.70 以降低第

三透镜 L3 的材料成本,并且低于或等于 1.68 甚至更加理想,而低于或等于 1.65 进一步甚至更加理想。

[0475] 理想的是第三透镜 L3 的材料关于 d 线的折射率高于或等于 1.50。当第三透镜 L3 的材料折射率依此方式增加时,可以容易地增加第三透镜 L3 的光焦度。因此,横向色像差和场曲的校正变得容易。进一步地,更加理想的是所述折射率高于或等于 1.55,并且高于或等于 1.60 甚至更加理想,而高于或等于 1.63 进一步甚至更加理想。

[0476] 理想的是第四透镜 L4 的材料关于 d 线的折射率低于或等于 1.70。则可以降低第四透镜 L4 的材料成本。进一步地,如果材料具有高折射率,则阿贝数变小。因此,色像差变大,并且变得难以获得极好的分辨率性能。进一步地,更加理想的是第四透镜 L4 的材料关于 d 线的折射率低于或等于 1.65 以更加容易地抑制材料的成本,更加容易地校正色像差,并且低于或等于 1.60 甚至更加理想。

[0477] 理想的是第四透镜 L4 的材料关于 d 线的折射率高于或等于 1.50。当第四透镜 L4 的材料折射率依此方式增加时,可以容易地增加第四透镜 L4 的光焦度。当第四透镜 L4 的光焦度增加时,第四透镜 L4 可以容易地校正球面像差。进一步地,因为变得在第四透镜 L4 处容易急剧地弯曲光线,因此可以容易地抑制进入成像装置的周边光线的入射角。因此,变得可以容易地抑制阴影。

[0478] 当第一透镜 L1 的材料关于 d 线的折射率为 Nd_1 ,并且第二透镜 L2 的材料关于 d 线的折射率为 Nd_2 时,理想的是 Nd_1 / Nd_2 大于或等于 0.95 且小于或等于 1.3。如果所述值是该条件的下限,则变得难以以很好的平衡方式将负光焦度分配给第一透镜 L1 和第二透镜 L2,并且畸变的校正变得困难,或者 Nd_2 变得过高,并且第二透镜 L2 的阿贝数变小。因此,横向色像差的校正变得困难。如果所述值该条件的上限,则变得难以以很好的平衡方式将负光焦度分配给第一透镜 L1 和第二透镜 L2,并且畸变的校正变得困难。作为下限的修改值,1.0 是理想的,并且 1.05 是更加理想的。作为上限的修改值,1.2 是理想的,并且 1.15 是更加理想的。这里,可以满足以组合的方式由下限的修改值和上限的修改值构成的条件。

[0479] 当第二透镜 L2 的材料关于 d 线的折射率为 Nd_2 ,并且第三透镜 L3 的材料关于 d 线的折射率为 Nd_3 时,理想的是 Nd_3 / Nd_2 大于或等于 1.0 且小于或等于 1.2。当所述值满足该条件的下限时,变得可以防止第三透镜 L3 的材料折射率变得太低。第三透镜 L3 的光焦度变弱,并且场曲和横向色像差的校正变得容易。当所述值满足该条件的上限时,可以防止第三透镜 L3 的材料折射率变高。因此,可以容易地防止第三透镜 L3 的成本变高,或可以防止第二透镜 L2 的材料折射屈光力变低。因此,可以防止第二透镜 L2 的光焦度变弱。进一步地,变得可以适当地保持第一透镜 L1 的负光焦度与第二透镜 L2 的负光焦度之间的平衡,并且畸变的校正变得容易,或变得可以容易地减小透镜系统的尺寸。

[0480] 当第一透镜 L1 的材料关于 d 线的折射率为 Nd_1 ,并且第四透镜 L4 的材料关于 d 线的折射率为 Nd_4 时,理想的是 Nd_1 / Nd_4 大于或等于 0.95 且小于或等于 1.3。当所述值满足该条件的下限时,变得可以防止 Nd_1 的值变小,并且防止第一透镜 L1 的光焦度变弱。因此,变得可以容易地扩大视场角,或容易地减小透镜系统的尺寸,或变得可以防止第四透镜 L4 的材料折射率变高,并且防止第四透镜 L4 的材料阿贝数变小。因此,色像差的校正变得容易。当所述值满足该条件的上限时,可以防止第一透镜 L1 的光焦度变得太强,并且畸变的校正变得容易,或可以防止第四透镜 L4 的光焦度变得太弱。因此,球面像差的校正

变得容易,或者因为变得在第四透镜 L4 处容易急剧地弯曲光线,因此变得可以容易地抑制进入成像装置的周边光线的入射角。因此,变得可以容易地抑制阴影。作为该条件的下限的修改值,1.0 是理想的。

[0481] 理想的是第二透镜 L2 的物体侧表面是非球面表面。在这种情况下,可以容易地减小透镜系统的尺寸,并且容易扩大视场角,或校正场曲和畸变的极好校正变得容易。

[0482] 理想的是第二透镜 L2 的图像侧表面是非球面表面。则可以极好地校正场曲和畸变。

[0483] 理想的是第三透镜 L3 的图像侧表面是非球面表面。则可以极好地校正场曲。

[0484] 理想的是第四透镜 L4 的物体侧表面是非球面表面。则可以极好地校正球面像差和场曲。

[0485] 理想的是第四透镜 L4 的图像侧表面是非球面表面。则可以极好地校正球面像差、场曲和畸变。

[0486] 理想的是第二透镜 L2 的物体侧表面是非球面表面。理想的是第二透镜 L2 的物体侧表面为在中心处具有正光焦度而在有效直径边缘处具有比在中心处弱的正光焦度、或在中心处具有正光焦度而在有效直径边缘处具有负光焦度的形状。当第二透镜 L2 具有这种形状时,可以减小透镜系统的尺寸,并且扩大视场角,并与此同时极好地校正场曲。

[0487] 这里,措词“表面的有效直径”表示当考虑对图像形成作出贡献的所有光线与透镜表面的相交点时由在直径方向上的最远点构成的圆的直径。进一步地,术语“有效直径边缘”表示最远点。当系统相对于光轴旋转对称时,由最远点构成的图为一个圆。然而,当系统不是旋转对称时,由最远点构成的图在一些情况下不是圆。在这种情况下,可以考虑等效圆,并且等效圆的直径可以被认为有效直径。

[0488] 相对于非球面表面的形状,当第 i 个透镜表面上的点为 X_i ,并且在所述点处的法线与光轴的交点为 P_i 时, X_i-P_i 的长度 ($|X_i-P_i|$) 被定义为点 X_i 处的曲率半径的绝对值 $|RX_i|$,而 P_i 被定义为点 X_i 处的曲率中心。进一步地,第 i 个透镜表面与光轴的交点为 Q_i 。此时,根据点 P_i 相对于点 Q_1 是位于物体侧 还是图像侧来定义点 X_i 处的光焦度。当点 X_i 是物体侧表面上的点时,如果点 P_i 位于点 Q_1 的图像侧,则点 X_i 处的光焦度被定义为正光焦度,而如果点 P_i 位于点 Q_1 的物体侧,则点 X_i 处的光焦度被定义为负光焦度。当点 X_i 是图像侧表面上的点时,如果点 P_i 位于点 Q_1 的物体侧,则点 X_i 处的光焦度被定义为正光焦度,而如果点 P_i 位于点 Q_1 的图像侧,则点 X_i 处的光焦度被定义为负光焦度。

[0489] 这里,参照图 3,以下描述第二透镜 L2 的物体侧表面的形状。图 3 是显示了图 1 中所示的成像镜头 1 的光路的图。在图 3 中,点 Q_3 是第二透镜 L2 的物体侧表面的中心,所述点 Q_3 是第二透镜 L2 的物体侧表面与光轴 Z 的交点。图 3 中的点 X_3 是第二透镜 L2 的物体侧表面上的有效直径边缘上的点,所述点是包括在离轴光线 3 中的最远光线 6 与第二透镜 L2 的物体侧表面的交点。

[0490] 此时,透镜表面在点 X_3 处的法线与光轴 Z 的交点是点 P_3 ,如图 3 中所示,并且连接点 X_3 和点 P_3 的线段 X_3-P_3 被定义为点 X_3 处的曲率半径 RX_3 ,并且线段 X_3-P_3 的长度 $|X_3-P_3|$ 被定义为曲率半径 RX_3 的绝对值 $|RX_3|$ 。换句话说, $|X_3-P_3|=|RX_3|$ 。进一步地,点 Q_3 处的曲率半径,换句话说,第二透镜 L2 的物体侧表面的中心处的曲率半径为 R_3 ,并且曲率半径的绝对值为 $|R_3|$ (在图 3 中未示出)。

[0491] 表述第二透镜 L2 的物体侧表面“在中心处具有正光焦度”表示包括点 Q3 的近轴区域具有凸形状。进一步地,表述第二透镜 L2 的物体侧表面具有“在有效直径边缘具有与中心相比较弱的正光焦度”表示其中点 P3 位于点 Q3 的图像侧并且点 X3 处的曲率半径的绝对值 $|RX3|$ 大于点 Q3 处的曲率半径的绝对值 $|R3|$ 的形状。

[0492] 在图 3 中,为了理解的目的,由双点划线绘制通过点 Q3 具有半径 $|R3|$ 并且其中心为光轴上的点的圆 CQ3。进一步地,通过虚线绘制通过点 X3 具有半径 $|RX3|$ 并且其中心是光轴上的点的圆的一部分 CX3。圆 CX3 大于圆 CQ3,并且 $|R3| < |RX3|$ 被清楚地示出。

[0493] 表述第二透镜 L2 的物体侧表面“在有效直径边缘处具有负光焦度”表示其中点 P3 位于点 Q3 的物体侧的形状。

[0494] 第二透镜 L2 的物体侧表面可以具有在中心处具有负光焦度而与中心相比在有效直径边缘处具有较弱的负光焦度的形状,或者在中心处具有负光焦度而在有效直径边缘处具有正光焦度的形状。当第二透镜 L2 的物体侧表面具有这种形状时,可以极好地校正场曲和畸变。

[0495] 可以以类似于参照图 3 所述的上述形状的方式如下考虑第二透镜 L2 的物体侧表面的形状。表述“在中心处具有负光焦度”表示包括点 Q3 的近轴区域具有凹形状。进一步地,表述第二透镜 L2 的物体侧表面具有“在有效直径边缘具有与中心相比较弱的负光焦度”表示其中点 P3 位于点 Q3 的物体侧并且点 X3 处的曲率半径的绝对值 $|RX3|$ 大于点 Q3 处的曲率半径的绝对值 $|R3|$ 的形状。进一步地,表述第二透镜 L2 的物体侧表面具有“在有效直径边缘具有正光焦度的形状”表示其中点 P3 位于点 Q3 的图像侧的形状。

[0496] 理想的是第二透镜 L2 的图像侧表面是非球面表面。理想的是第二透镜 L2 的图像侧表面具有在中心处具有负光焦度而与中心相比在有效直径边缘具有较弱的负光焦度的形状。当第二透镜 L2 具有这种形状时,可以极好地校正畸变和场曲。

[0497] 可以以类似于参照图 3 所述的第二透镜 L2 的物体侧的形状的方式如下考虑第二透镜 L2 的图像侧表面的形状。在透镜截面图中,当第二透镜 L2 的图像侧表面上的有效直径边缘是点 X4,并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点是点 P4,连接点 X4 和点 P4 的线段 X4-P4 被定义为点 X4 处的曲率半径,并且连接点 X4 和点 P4 的线段的长度 $|X4-P4|$ 被定义为点 X4 处的曲率半径的绝对值 $|RX4|$ 。因此, $|X4-P4| = |RX4|$ 。进一步地,第二透镜 L2 的图像侧表面与光轴 Z 的交点,换句话说,第二透镜 L2 的图像侧表面的中心是点 Q4,并且在点 Q4 处的曲率半径的绝对值为 $|R4|$ 。

[0498] 表述第二透镜 L2 的图像侧表面具有“在中心处具有负光焦度而与中心相比在有效直径边缘处具有较弱的负光焦度的形状”表示其中包括点 Q4 的近轴区域具有凹入形状并且点 P4 位于点 Q4 的图像侧以及点 X4 处的曲率半径的绝对值 $|RX4|$ 大于点 Q4 处的曲率半径的绝对值 $|R4|$ 的形状。

[0499] 第二透镜 L2 的图像侧表面可以具有在中心处具有负光焦度并且在有效直径的 50% 的点处具有强于中心的负光焦度的形状。当第二透镜 L2 的图像侧表面具有这种形状时,可以极好地校正场曲和畸变。措词“有效直径的 50% 的点”表示在透镜表面上其坐标沿透镜表面的直径方向(垂直于光轴的方向上的坐标)是距离透镜的中心的 50% 的距离的点。

[0500] 表述第二透镜 L2 的图像侧表面具有“在中心处具有负光焦度而与中心相比在有

效直径的 50% 的点处具有较强的负光焦度的形状”表示当第二透镜 L2 的图像侧表面上的有效直径的 50% 的点是 $X4'$ ，并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点在透镜横截面中为 $P4'$ 时，包括点 Q4 的近轴区域具有凹入形状，并且点 $P4'$ 位于点 Q4 的图像侧，并且点 $X4'$ 处的曲率半径的绝对值 $|RX4'|$ 小于点 Q4 处的曲率半径的绝对值 $|R4|$ 。

[0501] 进一步地，第二透镜 L2 的图像侧表面可以具有在有效直径边缘处具有弱于有效直径的 50% 的点处的光焦度的形状。当第二透镜 L2 的图像侧表面具有这种形状时，可以极好地校正场曲和畸变。

[0502] 表述“在有效直径边缘处具有弱于有效直径的 50% 的点的点的光焦度的形状”表示其中点 X4 处的曲率半径的绝对值 $|RX4|$ 大于点 $X4'$ 处的曲率半径的绝对值 $|RX4'|$ 的形状。

[0503] 第二透镜 L2 的图像侧表面可以具有在有效直径的 50% 的点处和在有效直径边缘处都具有负光焦度的形状，并且其中与有效直径的 50% 的点处相比，负光焦度在有效直径边缘处较弱。当第二透镜 L2 的图像侧表面具有这种形状时，可以极好地校正场曲和畸变。

[0504] 表述“在有效直径的 50% 的点处和在有效直径边缘处都具有负光焦度的形状，并且其中与有效直径的 50% 的点相比，负光焦度在有效直径边缘处较弱”表示其中包括为点 X4 和点 $X4'$ 的曲率的中心的点 P4 和点 $P4'$ 两者都位于点 Q4 的图像侧并且点 X4 处的曲率半径的绝对值 $|RX4|$ 大于点 $X4'$ 处的曲率半径的绝对值 $|RX4'|$ 的形状。

[0505] 第二透镜 L2 可以具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状。在这种情况下，可以容易地校正场曲，同时减小透镜系统的尺寸。当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状时，理想的是第二透镜的物体侧表面在中心处具有正光焦度，并且与中心处相比，在有效直径边缘具有较弱的正光焦度，或在有效直径边缘处具有负光焦度。则可以减小透镜系统的尺寸，扩大视场角，并且与此同时极好地校正场曲。

[0506] 第二透镜 L2 可以具有双凹形状。在这种情况下，可以容易地校正场曲和畸变，同时减小透镜系统的尺寸，并且扩大视场角。当第二透镜 L2 具有双凹形状时，理想的是第二透镜 L2 的物体侧表面具有在中心处具有负光焦度并与中心相比在有效直径边缘处具有负光焦度和较弱的负光焦度的形状。则可以扩大视场角，并且与此同时极好地校正场曲和畸变。当第二透镜 L2 具有双凹形状时，第二透镜 L2 的物体侧表面可以具有在中心处具有负光焦度而在有效直径边缘处具有正光焦度的形状。在这种情况下，可以扩大视场角，并且与此同时极好地校正场曲和畸变。

[0507] 理想的是第三透镜 L3 的物体侧表面是非球面表面。理想的是第三透镜 L3 的物体侧表面具有在中心处具有正光焦度并与中心相比在有效直径的 50% 的点处具有较强的正光焦度的形状。当第三透镜 L3 的物体侧表面具有这种形状，可以极好地校正场曲和横向色差。

[0508] 可以以类似于参照图 3 所述的第二透镜 L2 的物体侧的形状的方式如下考虑第三透镜 L3 的物体侧表面的形状。在透镜横截面中，当在第三透镜 L3 的物体侧表面上有效直径的 50% 的点为点 $X5'$ ，并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点为点 $P5'$ 时，连接点 $X5'$ 和点 $P5'$ 的线段 $X5'-P5'$ 被定义为点 $X5'$ 处的曲率半径，并且连接点 $X5'$ 和点 $P5'$ 的线段的长度 $|X5'-P5'|$ 被定义为点 $X5'$ 处的曲率半径的绝对值 $|RX5'|$ 。因此， $|X5'-P5'| = |RX5'|$ 。进一步地，第三透镜 L3 的物体侧表面与光轴 Z 的交点，换句话说，

第三透镜 L3 的物体侧表面的中心为点 Q5, 并且点 Q5 处的曲率半径的绝对值为 $|R5|$ 。

[0509] 表述第三透镜 L3 的物体侧表面具有“在中心处具有正光焦度并且与中心相比在有效直径的 50% 的点处具有较强的正光焦度的形状”表示包括点 Q5 的近轴区域具有凸起形状, 并且点 P5' 位于点 Q5 的图像侧, 以及点 X5' 处的曲率半径的绝对值 $|RX5'|$ 小于点 Q5 处的曲率半径的绝对值 $|R5|$ 。

[0510] 第三透镜 L3 的物体侧表面可以具有与有效直径的 50% 的点相比在有效直径边缘上的点处具有较弱的光焦度的形状。当第三透镜 L3 的物体侧表面具有这种形状, 可以极好地校正场曲和横向色像差。

[0511] 在透镜横截面中, 当在第三透镜 L3 的物体侧表面上的有效直径上的点为点 X5, 并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点为点 P5 时, 连接点 X5 和点 P5 的线段 X5-P5 被定义为点 X5 处的曲率半径, 并且连接点 X5 和点 P5 的线段的长度 $|X5-P5|$ 被定义为点 X5 处的曲率半径的绝对值 $|RX5|$ 。

[0512] 表述“与有效直径的 50% 的点相比在有效直径边缘处具有较弱的光焦度的形状”表示其中点 X5 处的曲率半径的绝对值 $|RX5|$ 大于点 X5' 处的曲率半径的绝对值 $|RX5'|$ 的形状。

[0513] 进一步地, 第三透镜 L3 的物体侧表面可以具有在有效直径的 50% 的点处和在有效直径边缘上的点处都具有正光焦度的形状。当第三透镜 L3 的物体侧表面具有这种形状, 可以极好地校正场曲和横向色像差。

[0514] 表述“在有效直径的 50% 的点处和在有效直径边缘上的点处都具有正光焦度的形状”表示点 P5 和点 P5' 两者都位于点 Q5 的图像侧。

[0515] 第三透镜 L3 的物体侧表面可以具有在中心处具有正光焦度而与中心相比在包括在中心与有效直径边缘之间的点处具有较强的正光焦度的形状。当第三透镜 L3 的物体侧表面具有这种形状, 可以极好地校正场曲和横向色像差。

[0516] 可以以类似于参照图 3 所述的第二透镜 L2 的物体侧的形状的方式如下考虑第三透镜 L3 的物体侧表面的形状。在透镜横截面中, 当第三透镜 L3 的物体侧表面的中心与有效直径边缘之间的点为点 X5", 并且点 X5" 处的法线与光轴 Z 的交点为点 P5" 时, 连接点 X5" 和点 P5" 的线段 X5"-P5" 被定义为点 X5" 处的曲率半径, 并且连接点 X5" 和点 P5" 的线段的长度 $|X5"-P5"|$ 被定义为点 X5" 处的曲率半径的绝对值 $|RX5" |$ 。

[0517] 表述“在中心处具有正光焦度而与中心相比在包括在中心与有效直径边缘之间的点处具有较强的正光焦度的形状”表示包括点 Q5 的近轴区域具有凸起形状, 并且点 P5" 位于点 Q5 的图像侧, 以及存在点 X5", 在点 X5" 处曲率半径的绝对值 $|RX5" |$ 小于点 Q5 处的曲率半径的绝对值 $|R5|$ 。

[0518] 理想的是第三透镜 L3 的图像侧表面是非球面表面理想的是第三透镜 L3 的图像侧表面具有在中心处具有负光焦度并与中心相比在有效直径边缘处具有较强的负光焦度的形状, 或在中心处具有平坦表面而在有效直径边缘处具有负光焦度的形状。当第三透镜 L3 的图像侧表面具有这种形状时, 可以极好地校正场曲。

[0519] 可以以类似于参照图 3 所述的第二透镜 L2 的物体侧的形状的方式如下考虑第三透镜 L3 的图像侧表面的形状。在透镜横截面中, 当第三透镜 L3 的图像侧表面上的有效直径边缘是点 X6, 并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点是点 P6, 连接点 X6 和点 P6 的线段 X6-P6

被定义为点 X6 处的曲率半径,并且连接点 X6 和点 P6 的线段的长度 $|X6-P6|$ 被定义为点 X6 处的曲率半径的绝对值 $|RX6|$ 。因此, $|X6-P6|=|RX6|$ 。进一步地,第三透镜 L3 的图像侧表面与光轴 Z 的交点,换句话说,第三透镜 L3 的图像侧表面的中心是点 Q6,并且在点 Q6 处的曲率半径的绝对值为 $|R6|$ 。

[0520] 表述第三透镜 L3 的图像侧表面具有“在中心处具有负光焦度并与中心相比在有效直径边缘处具有较强的负光焦度的形状”表示其中包括点 Q6 的近轴区域具有凹入形状、并且点 P6 位于点 Q6 的图像侧、以及点 X6 处的曲率半径的绝对值 $|RX6|$ 小于点 Q6 处的曲率半径的绝对值 $|R6|$ 的形状。

[0521] 进一步地,表述“在中心处具有平坦表面而在有效直径边缘处具有负光焦度的形状”表示其中包括点 Q6 的近轴区域是平坦表面、并且点 P6 位于点 Q6 的图像侧的形状。

[0522] 理想的是第四透镜 L4 的物体侧表面是非球面表面。理想的是第四透镜 L4 的物体侧表面具有在中心处具有负光焦度并与中心相比在有效直径边缘处具有较强的负光焦度的形状,或在中心处具有平坦表面而在有效直径边缘处具有负光焦度的形状。当第四透镜 L4 具有这种形状,可以极好地校正球面像差和场曲。

[0523] 可以以类似于参照图 3 所述的第二透镜 L2 的物体侧的形状的方式如下考虑第四透镜 L4 的物体侧表面的形状。在透镜横截面中,当第四透镜 L4 的物体侧表面上的有效直径边缘是点 X8,并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点是点 P8,连接点 X8 和点 P8 的线段 X8-P8 被定义为点 X8 处的曲率半径,并且连接点 X8 和点 P8 的线段的长度 $|X8-P8|$ 被定义为点 X8 处的曲率半径的绝对值 $|RX8|$ 。因此, $|X8-P8|=|RX8|$ 。进一步地,第四透镜 L4 的物体侧表面与光轴 Z 的交点,换句话说,第四透镜 L4 的物体侧表面的中心为点 Q8,并且点 Q8 处的曲率半径的绝对值为 $|R8|$ 。

[0524] 表述第四透镜 L4 的物体侧表面具有“在中心处具有负光焦度而与中心相比在有效直径边缘处具有较强的负光焦度的形状”表示包括点 Q8 的近轴区域具有凹入形状、并且点 P8 位于点 Q8 的物体侧、以及点 X8 处的曲率半径的绝对值 $|RX8|$ 小于点 Q8 处的曲率半径的绝对值 $|R8|$ 的形状。

[0525] 进一步地,表述“在中心处具有平坦表面而在有效直径边缘处具有负光焦度的形状”表示其中包括点 Q8 的近轴区域是平坦表面、并且点 P8 位于点 Q8 的物体侧的形状。

[0526] 理想的是第四透镜 L4 的图像侧表面是非球面表面理想的是第四透镜 L4 的图像侧表面具有在中心处具有正光焦度而与中心相比在有效直径边缘处具有较弱的正光焦度的形状。当第四透镜 L4 具有这种形状,可以极好地校正球面像差、场曲和畸变。

[0527] 可以以类似于参照图 3 所述的第二透镜 L2 的物体侧的形状的方式如下考虑第四透镜 L4 的图像侧表面的形状。在透镜横截面中,当第四透镜 L4 的图像侧表面上的有效直径边缘是点 X9,并且所述点处的法线与光轴 Z 的交点是点 P9,连接点 X9 和点 P9 的线段 X9-P9 被定义为点 X9 处的曲率半径,并且连接点 X9 和点 P9 的线段的长度 $|X9-P9|$ 被定义为点 X9 处的曲率半径的绝对值 $|RX9|$ 。因此, $|X9-P9|=|RX9|$ 。进一步地,第四透镜 L4 的图像侧表面与光轴 Z 的交点,换句话说,第四透镜 L4 的图像侧表面的中心是点 Q9,并且在点 Q9 处的曲率半径的绝对值为 $|R9|$ 。

[0528] 表述第四透镜 L4 的图像侧表面具有“在中心处具有正光焦度而与中心相比在有效直径边缘处具有较弱的正光焦度的形状”表示其中包括点 Q9 的近轴区域具有凸起形状、

点 P9 位于点 Q9 的物体侧、并且点 X9 处的曲率半径的绝对值 $|RX9|$ 大于点 Q9 处的曲率半径的绝对值 $|R9|$ 的形状。

[0529] 当第二透镜 L2 的物体侧表面至第四透镜 L4 的图像侧表面中的每一个都具有如上所述的非球面形状时,除了球面像差、场曲和彗形像差之外,还可以极好地校正畸变。

[0530] 理想的是第一透镜 L1 具有正弯月形状。则变得可以制造超过例如 180 度的宽角度透镜。当第一透镜 L1 是双凹透镜时,可以容易地增加第一透镜 L1 的光焦度。因此,可以容易地扩大视场角。然而,光线通过第一透镜 L1 被急剧弯曲。因此,畸变的校正变得困难。进一步地,当物体侧表面是凹面时,进入透镜表面的周边光线的入射角变大。因此,当光线进入所述表面时,反射损失变大。因此,周边区域变暗。进一步地,当光线的入射角超过 180 度时,光线不能进入所述表面。因此,理想的是第一透镜 L1 是具有朝向物体侧指向的凸面的正弯月形透镜,以容易地校正畸变同时获得宽视场角。

[0531] 理想的是第二透镜 L2 具有双凹形状。当第二透镜 L2 具有双凹形状时,变得可以容易地扩大视场角,并且容易地校正场曲、畸变和球面像差。当第二透镜 L2 具有双凹形状时,物体侧表面的曲率半径的绝对值可以小于图像侧表面的曲率半径的绝对值。当物体侧表面的曲率半径的绝对值小于图像侧表面的曲率半径的绝对值时,变得可以以极好的方式容易地校正场曲、彗形像差和球面像差。

[0532] 第二透镜 L2 可以具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状。当第二透镜 L2 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状时,可以容易地减小透镜系统在直径方向上的尺寸,同时获得宽视场角。

[0533] 第二透镜 L2 可以具有包括朝向物体侧指向的平坦表面的平凹形状。在这种情况下,可以容易地减小透镜系统的尺寸,同时极好地校正场曲。

[0534] 理想的是第三透镜 L3 具有包括朝向物体侧指向的凸面的弯月形状。则可以极好地校正场曲和彗形像差。

[0535] 第三透镜 L3 可以具有包括在近轴区域中朝向物体侧指向的凸面的平凸形状。在这种情况下,可以极好地校正场曲和彗形像差。

[0536] 理想的是第四透镜 L4 具有包括朝向图像侧指向的凸面的弯月形状。在这种情况下,可以极好地校正球面像差和场曲。

[0537] 第四透镜 L4 可以具有包括朝向图像侧指向的凸面的平凸形状。在这种情况下,可以极好地校正球面像差和场曲。

[0538] 理想的是第一透镜 L1 的材料是玻璃。当成像镜头用于艰苦环境条件时,例如,在车载相机或监视相机中使用时,布置在最靠近物体侧的第一透镜 L1 必需使用抵抗由于风和雨以及由于直射阳光产生的温度变化而导致的表面劣化、和耐化学物(例如油和油脂以及洗涤剂)的材料。换句话说,材料必须高度耐水、耐天气、耐酸、耐化学等。进一步地,在一些情况下,材料必需坚硬并且不容易破碎。如果第一透镜 L1 的材料是玻璃,则可以满足这些要求。可选地,透明陶瓷可以用作第一透镜 L1 的材料。

[0539] 第一透镜 L1 的一个或两个表面都可以是非球面的。当第一透镜 L1 是玻璃非球面透镜时,可以更加极好地校正各种像差。

[0540] 进一步地,保护装置可以应用到第一透镜 L1 的物体侧表面以增加表面的强度、耐刮擦性和耐化学性。在这种情况下,第一透镜 L1 的材料可以是塑料。保护装置可以是硬膜

或斥水涂层。

[0541] 理想的是第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的一个的材料，或所述第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的任意多个透镜的组合作为材料是塑料。当所述材料是塑料时，可以以低成本和并轻质地构造透镜系统。进一步地，当设置非球面表面时，可以精确地制造非球面形状。因此，可以制造具有极好性能的透镜。

[0542] 理想的是第二透镜 L2 的材料是聚烯烃。聚烯烃可以制造具有低吸水性、高透明度、低双折射和大阿贝数的材料。当第二透镜 L2 的材料是聚烯烃时，可以制造由于吸水形状变化小并且具有高透明度和低双折射的透镜。进一步地，因为可以制造具有大阿贝数的材料，因此可以抑制纵向色差和横向色差的生成。进一步地，可以制造具有极好的分辨率性能的高度耐环境的透镜。

[0543] 理想的是第三透镜 L3 的材料是聚碳酸酯。聚碳酸酯具有小阿贝数。当聚碳酸酯用在第三透镜 L3 中时，可以极好地校正横向色差。

[0544] 理想的是第四透镜 L4 的材料是聚烯烃。聚烯烃可以制造具有低吸水性、高透明度、低双折射和大阿贝数的材料。当第四透镜 L4 的材料是聚烯烃时，可以制造由于吸水形状变化小并且具有高透明度和低双折射的透镜。进一步地，因为可以制造具有大阿贝数的材料，因此可以抑制纵向色差和横向色差的生成。进一步地，可以制造具有极好的分辨率性能的高度耐环境的透镜。

[0545] 第二透镜 L2 和第四透镜 L4 的材料可以是丙烯酸。因为丙烯酸便宜，因此可以通过利用丙烯酸来降低透镜系统的成本。

[0546] 当塑性材料用在第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的一个中时，其中颗粒小于光的波长的所谓纳米复合材料可以用作所述材料。

[0547] 第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的一个的材料，或第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的任意多个透镜的组合作为材料可以是玻璃。当材料是玻璃时，可以抑制由温度变化所引起的性能的劣化。

[0548] 理想的是第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 中的至少一个的材料的玻璃转变温度 (T_g) 的高于或等于 145°C ，而高于或等于 150°C 是更加理想的。当使用高于或等于 150°C 的材料玻璃转变温度时，可以制造具有极好的耐热特性的透镜。

[0549] 进一步地，移除紫外线至蓝光的滤光器或移除红外光的 IR(红外线) 移除滤光器 (cut filter) 可以根据成像镜头 1 的使用目的插入透镜系统与成像装置 5 之间。可选地，可以将具有类似于上述滤光器的特性的特性的涂层涂覆到透镜表面，或者吸收紫外线、蓝光、红外光等的材料可以用作透镜中的一个的材料。

[0550] 图 1 示出了被假设为各种滤光器的光学构件 PP 布置在透镜系统与成像装置 5 之间的情况。代替地，各种滤光器可以布置在透镜之间。可选地，可以将具有类似于各种滤光器的作用的作用的涂层涂覆到包括在成像镜头中的透镜中的一个的透镜表面。

[0551] 这里，通过透镜之间的有效直径外侧的光的光线可以成为杂散光，并达到像面。进一步地，杂散光可以成为鬼影 (ghost)。因此，理想的是如有必要设置用于阻挡杂散光的光屏蔽装置。可以例如通过将遮光涂料涂覆到透镜在有效直径之外的一部分或通过所述一部分处提供不透明板状构件来提供光屏蔽装置。可选地，作为光屏蔽装置的不透明板状构件可以设置在将要成为杂散光的光线的光程中。可选地，用于阻挡杂散光的罩状构件可以

进一步设置在最靠近物体侧透镜的物体侧。图 1 示出了光屏蔽装置 11、12 在有效直径之外分别设置在第一透镜 L1 的图像侧表面和第二透镜 L2 的图像侧表面的示例。设置光屏蔽装置的位置不局限于图 1 中所示的示例。光屏蔽装置可以布置在另一个透镜上或布置在透镜之间。

[0552] 进一步地,诸如光圈的构件可以布置在透镜之间从而使相对照度在实际可接受范围内的方式阻挡周边光线。周边光线是来自没有在光轴 Z 上的物体点并通过光学系统的入射瞳孔的周边部分的光线。当以此方式设置阻挡周边光线的构件时,可以提高图像形成区域的周边部分中的图像质量。进一步地,所述构件可以通过阻挡产生鬼影的光来减小鬼影。

[0553] 在根据第一至第四实施例的成像镜头中,理想的是透镜系统由第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 仅 4 个透镜构成。当透镜系统仅由 4 个透镜构成时,可以降低透镜系统的成本。

[0554] 根据本实用新型的一个实施例成像设备包括根据本实用新型的一个实施例的成像镜头。因此,可以以小尺寸和低成本构造成像设备。进一步地,成像设备具有充分宽的视场角,并且可以通过利用成像装置以高分辨率获得的极好的图像。

[0555] 根据本实用新型的第一至第四实施例的成像镜头可以包括其它实施例的结构中的至少一个,或其它实施例的理想结构中的至少一个。例如,根据第一实施例的成像镜头可以包括第二实施例的结构,或根据第二实施例的成像镜头可以包括被描述为第一实施例的结构的理想结构。

[0556] [成像镜头的数值示例]

[0557] 接下来,将要描述本实用新型的成像镜头的数值示例。分别在图 4 至图 31 中显示了示例 1 至示例 28 的成像镜头的透镜横截面。在图 4 至图 31 中,图的左侧是物体侧,而图的右侧是图像侧。进一步地,还以类似于图 1 和图 2 的方式示出了布置在像面 Sim 上的孔径光阑 St、光学构件 PP 和成像装置 5。在每一个图中,孔径光阑 St 既不表示孔径光阑 St 的形状也不表示孔径光阑 St 的尺寸,而使表示孔径光阑 St 在光轴 Z 上的位置。在每一个示例中,透镜横截面中的符号 R_i 、 D_i ($i=1, 2, 3, \dots$) 对应于接下来将要描述的透镜数据中的 R_i 、 D_i 。

[0558] 表 1 至表 28 分别显示了关于示例 1 至示例 28 的成像镜头的透镜数据。在每一个表中, (A) 显示基本透镜数据, (B) 显示各种数据, 而 (C) 显示非球面表面数据。

[0559] 在基本透镜数据中,列 S_i 显示第 i ($i=1, 2, 3, \dots$) 个表面的表面编号。最靠近侧组成元件的物体侧表面是第一表面,并且表面编号朝向图像侧顺序增加。列 R_i 显示第 i 个表面的曲率半径,而列 D_i 显示第 i 个表面与第 $(i+1)$ 个表面之间在光轴 Z 上的距离。这里,当表面的形状朝向物体侧凸起时曲率半径的符号为正,而当表面的形状朝向图像侧凸起时曲率半径的符号为负。进一步地,列 N_{dj} 显示第 j ($j=1, 2, 3, \dots$) 个光学元件关于 d 线 (波长是 587.6nm) 的折射率。最靠近物体侧透镜是第一光学元件,并且编号 j 朝向图像侧顺序增加。列 v_{dj} 显示第 j 个光学元件关于 d 线的阿贝数。这里,基本透镜数据包括孔径光阑 St 和光学构件 PP。在表面编号列中,对于对应于孔径光阑 St 的表面还写入项 (St)。

[0560] 在基本透镜数据,标记“*”附于非球面表面的表面编号。基本透镜数据显示近轴

曲率半径的数值（中心处的曲率半径）作为非球面表面的曲率半径。非球面表面数据显示非球面表面的表面编号和与各个非球面表面有关的非球面表面系数。在非球面表面数据中，“e-N”（n：整数）表示“ $\times 10^{-n}$ ”，而“E+n”表示“ $\times 10^n$ ”。这里，非球面表面系数是以下非球面公式中的系数 KA、RBm（m=3, 4, 5, …… 20）的值：

[0561] [Equation1]

$$[0562] \quad Z_d = \frac{C \times Y^2}{1 + \sqrt{1 - KA \times C^2 \times Y^2}} + \sum_m RB_m Y^m, \text{ 其中}$$

[0563] Z_d ：非球面表面的深度（从非球面表面上在高度 Y 处的点到与非球面表面的顶点接触并垂直于光轴的平面的垂线的长度）；

[0564] Y：高度（从光轴到透镜表面的长度）；

[0565] C：近轴曲率；和

[0566] KA, RBM：非球面表面系数（m=3, 4, 5, …… 20）。

[0567] 在各种数据中，Fno. 是 F 数，和 Bf（在空气中）是在光轴 Z 上从最靠近图像侧透镜的图像侧表面到像面 Sim 的距离（对应于后焦距，在空气中的距离），和 L（在空气中）是在光轴 Z 上从第一透镜 L1 的物体侧表面到像面 Sim 的距离（后焦距部分是空气中的距离），F 是整个系统的焦距，f1 第一透镜 L1 的焦距，f2 是第二透镜 L2 的焦距，f3 是第三透镜 L3 的焦距，f34 是第三透镜 L3 和第四透镜 L4 的组合焦距，以及 f123 是第一透镜 L1、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合焦距。

[0568] 表 29 和 30 一起显示对应于每一个示例的条件公式 (1)-(20) 的值。

[0569] 作为每一个数值的单位，“mm”用于长度。然而，该单位仅是一个示例。因为可以通过按比例放大或缩小光学系统，因此可以使用其它适当的单位。

[0570] 表 1

示例 1

(B)

Fno	2.6
BF(空气中)	2.32
L(空气中)	12.30
f	1.08
f1	-7.98
f2	-2.41
f3	3.14
f4	2.09
f34	2.97
f123	-9.88

(A)

Si	Ri	Di	Nd _j	v _j d _j
1	16.9265	1.4276	1.77250	49.6
2	4.3527	2.2012		
*3	7.6759	1.0500	1.53391	55.9
*4	1.0480	0.8263		
*5	1.9864	2.2000	1.63360	23.6
*6	1000.0000	0.2391		
7(St)	∞	0.2889		
*8	-1000.0000	1.7501	1.53391	55.9
*9	-1.1131	1.2000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.6545		
像面	∞			

(C)

表面 编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.0917669E-02	-7.8958173E-03	-3.3423152E-04	8.2541506E-05	3.2156450E-05	6.7135998E-06	5.3327411E-07	-1.6548650E-07	-9.5669414E-08
4	0.0000000E+00	7.6280215E-02	-3.1930964E-02	1.2828284E-02	9.9051649E-03	9.4557558E-04	-1.2019473E-03	-9.2705266E-04	-4.9291512E-04	-1.9476422E-04
5	0.0000000E+00	-2.2313486E-02	6.7134114E-02	-1.5580962E-02	-1.9434267E-04	3.7322042E-03	1.5362683E-03	-2.3546374E-06	-2.8947379E-04	-1.6266846E-04
6	0.0000000E+00	3.8241752E-02	-5.5391519E-02	5.897235E-02	1.0854623E-01	8.0995170E-04	-9.7719475E-02	-5.6886103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	0.0000000E+00	-3.8337251E-02	-6.7423287E-02	-2.6738181E-01	1.1800836E+00	-9.3597195E-01	-1.1754780E+00	-1.3669121E-01	2.7508892E+00	2.6574860E+00
9	0.0000000E+00	-7.5371696E-02	9.4036237E-02	-7.4788648E-02	-1.3870291E-02	2.0549125E-02	9.2088878E-03	-2.3444904E-03	-4.8909026E-03	-3.1478131E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.2521229E-08	-7.0367660E-09	-7.7693303E-10	3.2092798E-10	2.7850536E-10	1.3662203E-10	4.2815631E-11	2.6106935E-12	-7.4839233E-12	
4	-2.9635319E-05	5.1396144E-06	-6.1350390E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-3.3963649E-05	5.7616996E-06	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E+01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0571] 表 2

示例 2

(A)						(B)	
Si	Ri	Di	Ndi	τ/di	Fno	2.4	
1	17.0948	1.2500	1.77250	49.6	BF(空气中)	1.82	
2	4.2306	2.8494			L(空气中)	12.31	
*3	-2.0000	1.2000	1.53391	55.9	f	0.86	
*4	2.6500	0.5405			f1	-7.60	
*5	1.5062	2.4630	1.63360	23.6	f2	-1.96	
*6	31.8875	0.2163			f3	2.42	
7(St)	∞	0.2039			f4	1.77	
*8	-9.4728	1.7669	1.53391	55.9	f34	4.10	
*9	-0.9138	1.2000			f123	26.40	
10	∞	0.7000	1.51680	64.2			
11	∞	0.1633					
像面							

[0572] 表 3

[0573]

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1334945E-01	-1.4507862E-02	-9.5514463E-04	3.7148790E-05	4.800623E-05	1.4635361E-05	2.3506368E-07	-8.6889884E-07	-3.1241921E-07
4	0.0000000E+00	1.1728516E-01	2.4672680E-02	-5.4573448E-02	2.4021322E-02	1.5507176E-02	3.3856392E-03	-9.4243415E-04	-1.3759257E-03	-8.6041420E-04
5	0.0000000E+00	4.2717165E-02	-4.5508020E-02	5.8331504E-02	-1.4737229E-03	-2.8558086E-03	-7.1137156E-04	-7.8688470E-04	-1.9583387E-04	5.2342104E-04
6	0.0000000E+00	-1.7713407E-02	2.0814017E-01	-2.4345834E-01	3.0091426E-02	1.7870831E-01	7.8195817E-02	-1.7099670E-01	-3.4118778E-01	-3.6976272E-01
8	0.0000000E+00	-1.2476023E-02	-1.8164355E-01	-9.0190974E-01	4.2916337E+00	-4.3055865E+00	-6.9143803E+00	-4.9648705E+01	2.9393667E+01	3.4534008E+01
9	0.0000000E+00	9.9601822E-03	-4.0304133E-02	2.0607324E-03	-1.8216253E-02	4.1551619E-02	1.0682724E-02	-2.7166970E-02	-3.1827094E-02	-1.6988754E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.9453523E-08	3.1870461E-09	7.7580020E-08	2.5617175E-09	1.0304234E-09	-8.7641837E-11	-1.0019449E-10	-2.5402873E-11	7.4158627E-12	
4	-3.9633434E-04	-1.1977045E-04	-5.5763001E-07	2.1404784E-05	3.0059253E-05	1.9002571E-05	6.9479840E-06	-1.8080537E-06	-2.7405872E-06	
5	2.2878692E-04	5.8968494E-05	-5.2318370E-07	-1.6126923E-05	-1.6003118E-05	-1.3815823E-05	-1.2951481E-05	-1.1302648E-06	4.5278555E-06	
6	-1.7895955E-01	3.2043808E-01	1.0011037E+00	1.1050060E+00	1.7575961E+00	-1.4285961E+00	-1.8223785E+00	-5.8353024E+00	5.4592087E+00	
8	-5.0658686E+01	-1.1486309E+02	-7.0838829E+01	7.1182159E+01	2.3511043E+02	6.3509051E+02	1.8840079E+02	-2.4737292E+03	1.4721354E+03	
9	5.1177633E-03	1.8384912E-02	1.7833667E-02	9.4084004E-03	-1.7346884E-03	-1.0121087E-02	-1.0997146E-02	-6.0838610E-03	1.0543097E-02	

示例 3
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	v dj
1	18.1421	1.1927	1.75500	52.3
2	4.4026	2.3000		
*3	7.5848	1.0500	1.53391	55.9
*4	1.0393	0.7663		
*5	2.0231	2.2000	1.63360	23.6
*6	200.0000	0.2512		
7(St)	∞	0.3103		
*8	-200.0000	1.7500	1.53391	55.9
*9	-1.1469	1.8000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.2194		
像面	∞			

(B)

Fno	2.48
BF(空气中)	12.30
L(空气中)	1.12
f	-8.00
f1	-2.39
f2	3.21
f3	2.15
f4	3.00
f34	-7.51

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.1307530E-02	-7.8815462E-03	-3.3672376E-04	8.1402090E-05	3.1860047E-05	6.6562144E-06	5.2691285E-07	-1.6428090E-07	-9.4550765E-08
4	0.000000E+00	7.2714007E-02	-3.3688748E-02	1.2221147E-02	9.7097323E-03	8.8637286E-04	-1.2141359E-03	-9.2655660E-04	-4.8816807E-04	-1.9010107E-04
5	0.000000E+00	-2.0682766E-02	6.7916715E-02	-1.5507492E-02	-1.6014178E-04	3.7099546E-03	1.5270147E-03	-3.7639686E-06	-2.8795144E-04	-1.6080100E-04
6	0.000000E+00	4.1045646E-02	-5.5745298E-02	5.5673320E-02	1.0550154E-01	3.2189611E-03	-8.3570394E-02	-5.6886103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	1.4563150E-08	-3.9239312E-02	-6.6959679E-02	-2.6654289E-01	1.1805884E+00	-9.3642069E-01	-1.1775345E+00	-1.4117211E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.000000E+00	-8.0357995E-02	9.6965011E-02	-7.2050933E-02	-1.2240472E-02	2.1315094E-02	9.4383030E-03	-2.4138722E-03	-5.1096583E-03	-3.4280865E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.2017908E-08	-6.8602750E-09	-7.2367949E-10	3.3474809E-10	2.8133829E-10	1.3700549E-10	4.2744794E-11	2.5133639E-12	-7.5357307E-12	
4	-2.5891750E-05	5.4166093E-05	-6.1350390E-06	-2.6281428E-06	-6.7187879E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-3.2730193E-05	5.8086066E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921594E-01	-2.1887059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E+01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5148146E-04	4.253773E-04	2.0124878E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.56339461E-05	1.1767671E-05	

[0574]

表 4

[0575]

示例 4
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	17.1000	1.4008	1.75500	52.3
2	4.5647	2.3838		
*3	6.6675	1.0500	1.53391	55.9
*4	1.0044	0.9165		
*5	2.0634	2.2001	1.63360	23.6
*6	84.3321	0.2470		
7(St)	∞	0.3180		
*8	-53.9833	1.7185	1.53391	55.9
*9	-1.1917	0.1324		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	2.0025		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	2.60
L(空气中)	12.83
f	1.16
f1	-8.66
f2	-2.37
f3	3.30
f4	2.26
f34	2.99
f123	-8.30

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	8.3544334E-03	-8.0399905E-03	-3.5020607E-04	8.1193344E-05	3.2344606E-05	6.8771950E-06	6.0019733E-07	-1.4322529E-07	-8.9092136E-08
4	0.000000E+00	6.3399166E-02	-3.5075800E-02	1.3113222E-02	1.0315832E-02	1.1727031E-03	-1.0961944E-03	-8.8259714E-04	-4.7729000E-04	-1.9213179E-04
5	0.000000E+00	-2.8151573E-02	6.7460203E-02	-1.6055460E-02	-1.52335655E-04	3.7908081E-03	1.5626078E-03	-5.3213384E-06	-3.0216376E-04	-1.7250228E-04
6	0.000000E+00	2.6851062E-02	-5.7769496E-02	7.4741896E-02	1.2817894E-01	5.0708516E-03	-1.2620216E-01	-5.6986103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	2.3295782E-06	-3.5604502E-02	-6.9980713E-02	-2.7258211E-01	1.1739710E+00	-9.4088045E-01	-1.1762855E+00	-1.2958015E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.000000E+00	-7.0420978E-02	9.0961072E-02	-7.6313938E-02	-1.3456173E-02	2.1593858E-02	1.0028951E-02	-2.0630332E-03	-5.1599284E-03	-3.8565062E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.0753119E-08	-6.6083126E-09	-6.8752684E-10	3.3445042E-10	2.7847959E-10	1.3546948E-10	4.2162782E-11	2.3311699E-12	-7.5846738E-12	
4	-3.2342815E-05	4.6962341E-05	-6.1350390E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-3.6502972E-05	6.2100923E-05	9.5788265E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6662322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4871729E+00	3.7827391E+00	8.2390345E+00	2.4455762E-01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975579E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0576]
[0577]

表 5

示例 5

(B)

Fno	2.62
BF(空气中)	12.84
L(空气中)	1.16
f	-8.76
f1	-2.33
f2	3.31
f3	2.27
f4	2.95
f123	-7.94

(A)

Si	Ri	Di	Nd _j	v/d _j
1	17.0207	1.4234	1.75500	52.3
2	4.5909	2.3833		
*3	6.2473	1.0500	1.53391	55.9
*4	0.9751	0.9405		
*5	2.0638	2.2114	1.63360	23.6
*6	74.0465	0.2382		
7(St)	∞	0.3497		
*8	-57.6314	1.6222	1.53391	55.9
*9	-1.1976	0.1324		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	2.0267		
像面	∞			

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	7.6624890E-03	-8.0866037E-03	-3.5823215E-04	7.9657722E-05	3.1995299E-05	6.7910569E-06	5.7843900E-07	-1.4862589E-07	-0.0362838E-08
4	0.0000000E+00	6.0524431E-02	-3.5629737E-02	1.2930807E-02	1.0242090E-02	1.1420452E-03	-1.1085655E-03	-8.8731349E-04	-4.7894484E-04	-1.9264718E-04
5	0.0000000E+00	-3.1263508E-02	6.7112598E-02	-1.5990340E-02	-1.1189915E-04	3.8027565E-03	1.5624927E-03	-8.4499719E-06	-3.0480438E-04	-1.7380119E-04
6	0.0000000E+00	2.6061875E-02	-5.7974899E-02	7.69230168E-02	1.2911319E-01	6.2069221E-03	-1.2489403E-01	-5.6986103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	2.3692269E-06	-3.4846052E-02	-7.0057188E-02	-2.7371926E-01	1.1716935E+00	-9.4435994E-01	-1.1810022E+00	-1.3557646E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.0000000E+00	-7.1390270E-02	8.9616114E-02	-7.7301441E-02	-1.4068471E-02	2.1243300E-02	9.84052226E-03	-2.1562917E-03	-5.1993522E-03	-3.8667326E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.1021938E-08	-6.6529205E-09	-6.8956263E-10	3.3733840E-10	2.8039932E-10	1.3635669E-10	4.2519963E-11	2.4642917E-12	-7.5372645E-12	
4	-3.2480383E-05	4.6924958E-05	-6.1350390E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-3.6610331E-05	6.2780840E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E-01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0578]

表 6

[0579]

示例 6

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	17.1712	1.3478	1.77250	49.6
2	4.4496	2.3491		
*3	7.7874	1.0500	1.53391	55.9
*4	1.0278	0.9869		
*5	1.9024	2.2000	1.63360	23.6
*6	46.9415	0.2202		
7(St)	∞	0.2885		
*8	-8.0335	1.7094	1.53391	55.9
*9	-1.1313	2.0000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.1639		
像面	∞			

(B)

Fno	2.63
BF(空气中)	2.63
L(空气中)	12.78
f	1.14
f1	-8.15
f2	-2.34
f3	3.07
f4	2.27
f34	3.08
f123	-13.87

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.0448619E-02	-7.8895626E-03	-3.2866157E-04	8.4195883E-05	3.2608232E-05	6.8356484E-06	5.6571319E-07	-1.5715379E-07	-9.3708278E-08
4	0.0000000E+00	7.0219039E-02	-3.3363630E-02	1.2459589E-02	9.7990019E-03	9.2076090E-04	-1.2006455E-03	-9.1882059E-04	-4.8448138E-04	-1.8818643E-04
5	0.0000000E+00	-2.3872659E-02	6.9265022E-02	-1.5028790E-02	5.3224312E-05	3.7978461E-03	1.5509817E-03	-9.0452787E-06	-3.0359193E-04	-1.7749292E-04
6	0.0000000E+00	4.2048630E-02	-5.7213540E-02	5.5207564E-02	1.0379687E-01	-3.9130995E-03	-1.0045903E-01	-5.6988103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	3.7979476E-04	-4.0834052E-02	-6.9185646E-02	-2.6875841E-01	1.1789547E+00	-9.3692768E-01	-1.1763706E+00	-1.3775330E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.0000000E+00	-7.3763205E-02	8.9324526E-02	-7.7661012E-02	-1.5064374E-02	2.0010657E-02	8.8733484E-03	-2.8386131E-03	-5.1867270E-03	-3.4470194E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.2112934E-06	-6.9801753E-09	-7.8235600E-10	3.1185167E-10	2.7343674E-10	1.3443614E-10	4.1959314E-11	2.2926774E-12	-7.5970200E-12	
4	-2.5094221E-05	5.4280059E-05	-6.1350390E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-4.6649010E-05	4.7933518E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802945E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200329E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.9070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E+01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.253973E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0580] 表 7

示例 7
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	17.9831	1.1926	1.77250	49.6
2	4.4944	2.3289		
*3	7.2278	1.0500	1.53391	55.9
*4	1.0716	0.7723		
*5	1.8947	2.2000	1.63360	23.6
*6	8.4015	0.2200		
7(St)	∞	0.2532		
*8	-90.3360	1.7500	1.53391	55.9
*9	-1.0817	2.0000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.0733		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	2.53
L(空气中)	12.30
f	1.13
f1	-8.07
f2	-2.51
f3	3.41
f4	2.04
f34	3.03
f123	-4.75

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1345549E-02	-7.803979E-03	-3.1666170E-04	8.6236004E-05	3.3007640E-05	6.9237341E-06	5.8717569E-07	-1.5152054E-07	-9.2162159E-08
4	0.0000000E+00	7.4094380E-02	-3.3863280E-02	1.2070403E-02	9.6302409E-03	8.5489376E-04	-1.2247661E-03	-9.2670707E-04	-4.8630763E-04	-1.8793426E-04
5	0.0000000E+00	-2.5341977E-02	7.0380656E-02	-1.4447139E-02	2.7149284E-04	3.8800737E-03	1.5829506E-03	3.6451951E-06	-2.9871505E-04	-1.7598368E-04
6	0.0000000E+00	3.5357028E-02	-5.7787976E-02	5.8327060E-02	1.1040461E-01	6.3491151E-03	-8.6658889E-02	-5.6988103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	-4.8212381E-07	-3.8302697E-02	-6.6021312E-02	-2.6595992E-01	1.1809180E+00	-9.3604876E-01	-1.1767001E+00	-1.3936407E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.0000000E+00	-7.6378791E-02	9.2751328E-02	-7.5176012E-02	-1.4099978E-02	2.0218301E-02	8.7616606E-03	-2.8579153E-03	-5.4196055E-03	-3.6562284E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.1682181E-08	-6.8600442E-09	-7.4855210E-10	3.2051951E-10	2.7560039E-10	1.3493591E-10	4.2059718E-11	2.3050539E-12	-7.5987389E-12	
4	-2.4281037E-05	5.5112082E-05	-6.1350380E-06	-2.6281428E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-4.6659468E-05	4.7241540E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4548135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1775579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E+01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5148146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0581] 表 8

示例 8

(A)		(B)		
Si	Ri	Di	Ndj	v/dj
1	17.3970	1.3029	1.77250	49.6
2	4.4731	2.3410		
*3	7.9473	1.0500	1.53391	55.9
*4	1.0911	0.6925		
*5	1.8627	2.2296	1.61400	25.5
*6	15.2270	0.2200		
7(St)	∞	0.2665		
*8	-83.4063	1.7500	1.53391	55.9
*9	-1.0853	1.9000		
10	∞	0.5000	1.51680	64.2
11	∞	0.2163		
像面	∞			

(B)	
Fno	2.45
BF(空气中)	12.30
L(空气中)	1.14
f1	-8.15
f2	-2.50
f3	3.25
f4	2.04
f34	3.05
f123	-6.01

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1113285E-02	-7.8243289E-03	-3.1953969E-04	8.5750030E-05	3.2922672E-05	6.9102816E-06	5.8585316E-07	-1.5125741E-07	-9.1916502E-08
4	0.0000000E+00	7.3767833E-02	-3.4003523E-02	1.2020392E-02	9.6117660E-03	8.4892614E-04	-1.2256570E-03	-9.2571911E-04	-4.8483050E-04	-1.8653430E-04
5	0.0000000E+00	-2.5895496E-02	7.0436259E-02	-1.4410001E-02	2.9088794E-04	3.8894779E-03	1.5867149E-03	4.4417977E-06	-2.9927081E-04	-1.7697892E-04
6	0.0000000E+00	3.2682146E-02	-5.9839646E-02	5.7156137E-02	1.1000451E-01	6.1152205E-03	-8.7500416E-02	-5.6886103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02
8	-4.4891094E-07	-3.8784081E-02	-6.6193770E-02	-2.6609879E-01	1.1806829E+00	-9.3640408E-01	-1.1771837E+00	-1.3994775E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.0000000E+00	-7.5015455E-02	9.3342461E-02	-7.4764506E-02	-1.3819542E-02	2.0394970E-02	8.8642109E-03	-2.8042210E-03	-5.3962377E-03	-3.6506444E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.1585515E-08	-6.8139626E-09	-7.3284602E-10	3.2626197E-10	2.7752611E-10	1.3556617E-10	4.2263601E-11	2.3703329E-12	-7.5178872E-12	
4	-2.3147216E-05	5.5956590E-05	-6.1350380E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-06	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-4.7630041E-05	4.6490053E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802645E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200033E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E-01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0582] 表 9

示例 9

(A)		(B)	
Si	Ri	Di	Ndj
1	17.6977	1.2375	1.77250
2	4.4105	2.3377	
*3	7.8107	1.0500	1.53391
*4	1.0744	0.7315	
*5	2.0136	2.2000	1.63360
*6	1000.0000	0.2498	
7(Si)	∞	0.3126	
*8	-1000.0000	1.7500	1.53391
*9	-1.1476	1.9000	
10	∞	0.5000	1.51680
11	∞	0.2137	
像面	∞		

(B)	
Fno	ν dj
BF(空气中)	2.44
L(空气中)	12.31
f	1.13
f1	-7.93
f2	-2.47
f3	3.18
f4	2.15
f34	3.00
f123	-8.37

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1215948E-02	-7.8897304E-03	-3.3726230E-04	8.1496130E-05	3.1926431E-05	6.6816575E-06	5.3517944E-07	-1.6180643E-07	-9.3858610E-08
4	0.0000000E+00	7.2449396E-02	-3.3556515E-02	1.2289246E-02	9.7391659E-03	9.0118725E-04	-1.2082643E-03	-9.2263074E-04	-4.8656563E-04	-1.8916628E-04
5	0.0000000E+00	-2.0715717E-02	6.7431580E-02	-1.5621719E-02	-1.8295631E-04	3.7092791E-03	1.5305959E-03	-5.0390655E-07	-2.8687627E-04	-1.5972298E-04
6	0.0000000E+00	4.0134432E-02	-5.6068305E-02	5.5790953E-02	1.0614025E-01	4.5715794E-03	-8.1181329E-02	-5.6886103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917164E-02
8	2.4039596E-07	-3.9050493E-02	-6.6740428E-02	-2.6633343E-01	1.1807395E+00	-9.3637940E-01	-1.11776550E+00	-1.4150371E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00
9	0.0000000E+00	-7.9825829E-02	9.7080267E-02	-7.2115875E-02	-1.2340626E-02	2.1230548E-02	9.3798402E-03	-2.4491771E-03	-5.1277067E-03	-3.4343279E-03
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.1828833E-08	-6.8104321E-09	-7.1106953E-10	3.3779766E-10	2.8202935E-10	1.3715916E-10	4.2775488E-11	2.5225613E-12	-7.5952150E-12	
4	-2.5216573E-05	5.4528693E-05	-6.1350390E-06	-2.8281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07	
5	-3.2302529E-05	5.8152273E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258585E-07	
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01	
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827361E+00	8.2390345E+00	2.4455762E+01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01	
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05	

[0583] 表 10

示例 10

(A)					(B)					(C)														
表面编号	Ka	Ri	Di	Ndj	νdj	Fno	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	RB21		
1	17.1761	1.3764	1.77250	49.6		BF(空气中)	2.36																	
2	4.3770	2.2372				L(空气中)	12.30																	
*3	7.5697	1.0500	1.53391	55.9		f	1.09																	
*4	1.0232	0.8481				f1	-7.98																	
*5	2.0185	2.2000	1.65181	21.0		f2	-2.35																	
*6	1000.0000	0.2200				f3	3.10																	
7(St)	∞	0.3094				f4	2.13																	
*8	-1000.0000	1.7047	1.53391	55.9		f34	2.93																	
*9	-1.1342	1.8000				f123	-10.03																	
10	∞	0.7000	1.51680	64.2																				
11	∞	0.0964																						
像面	∞																							
3	0.000000E+00	1.1049770E-02	-7.8779149E-03	-3.3126003E-04	8.3024304E-05	3.2219390E-05	6.7152372E-06	3.2219390E-05	6.7152372E-06	5.3021057E-07	-1.6707300E-07	-9.6242708E-08												
4	0.000000E+00	7.4032550E-02	-3.2325454E-02	1.2710980E-02	9.8608357E-03	9.2729186E-04	-1.2097047E-03	9.2729186E-04	-1.2097047E-03	-9.3037853E-04	-4.9435722E-04	-1.9540421E-04												
5	0.000000E+00	-2.4921375E-02	6.5979357E-02	-1.5877328E-02	-2.5286659E-04	3.6709338E-03	1.5011329E-03	3.6709338E-03	1.5011329E-03	-2.2996127E-05	-3.0145792E-04	-1.6943331E-04												
6	0.000000E+00	4.0337978E-02	-5.4011336E-02	5.9186158E-02	1.0727260E-01	-1.8515481E-03	1.0727260E-01	-1.8515481E-03	1.0727260E-01	-5.6986103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02												
8	0.000000E+00	-3.8366826E-02	-6.8175441E-02	-2.8868762E-01	1.1783688E+00	-9.3797061E-01	1.1783688E+00	-9.3797061E-01	1.1783688E+00	-1.3899522E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00												
9	0.000000E+00	-7.6410674E-02	9.3410259E-02	-7.5123881E-02	-1.4023581E-02	2.0502490E-02	9.2210629E-03	2.0502490E-02	9.2210629E-03	-2.3027895E-03	-4.8370712E-03	-3.0917945E-03												
3	-3.2695109E-08	-7.0827766E-09	-7.8723549E-10	3.1926222E-10	2.7850832E-10	1.3678554E-10	4.2913953E-11	1.3678554E-10	4.2913953E-11	2.6549557E-12	-7.4665950E-12													
4	-2.9930404E-05	5.1252985E-05	-6.1350390E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6642531E-07	5.9129031E-08	2.6642531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07													
5	-3.7640183E-05	5.5710989E-05	9.5798285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9444767E-06	-1.2247259E-06	-1.9444767E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258858E-07													
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921594E-01	-2.1987059E-01	1.6921594E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01													
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E-01	8.2390345E+00	2.4455762E-01	-1.9020263E+01	1.0361449E+01													
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975579E-05	3.7908012E-05	-2.5975579E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05													

[0584] 表 11

示例 11
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	20.2419	1.2953	1.75500	52.3
2	4.8693	2.5288		
*3	-2.2874	1.2339	1.53391	55.9
*4	3.0271	0.5617		
*5	1.9214	2.6586	1.61400	25.5
*6	31.1429	0.2709		
7(St)	∞	0.2039		
*8	-13.9715	1.7941	1.53391	55.9
*9	-0.8486	1.0000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.3489		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	1.81
L(空气中)	12.36
f	0.78
f1	-8.81
f2	-2.26
f3	3.22
f4	1.62
f34	3.52
f123	-10.25

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.0474497E-01	-1.4657983E-02	-8.4980904E-04	7.0485758E-05	5.4942425E-05	1.5506649E-05	1.5893000E-07	-9.6531254E-07	-3.5227145E-07
4	0.000000E+00	4.7842289E-02	5.0209503E-02	-5.8586854E-02	2.3557870E-02	1.6469006E-02	4.2010448E-03	-5.0661012E-04	-1.2019755E-03	-8.1635080E-04
5	0.000000E+00	-2.2373026E-02	-1.7844274E-02	7.0680021E-02	-2.6669403E-04	-4.1225455E-03	-1.8637222E-03	-1.4294376E-03	-4.6140216E-04	4.5240037E-04
6	0.000000E+00	-3.7391337E-02	2.9805848E-01	-2.9461926E-01	-9.0772212E-02	1.3333049E-01	1.8870499E-01	6.6477194E-02	-9.8920393E-02	-2.8257195E-01
8	0.000000E+00	-2.2564226E-02	-1.4991051E-01	-8.1255220E-01	4.2728638E+00	-4.5626316E+00	-7.4042167E+00	-9.6440636E-01	2.9555461E+01	3.6311930E+01
9	0.000000E+00	-1.4925384E-02	-2.1478049E-02	2.1025630E-02	-1.7195856E-02	3.6400462E-02	6.1848839E-03	-2.9161490E-02	-3.2202831E-02	-1.6293755E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-9.1224288E-08	5.6914569E-10	7.3938079E-09	2.5882554E-09	1.0718594E-09	-7.1579336E-11	-9.5425266E-11	-2.4644629E-11	7.2371108E-12	
4	-4.0044437E-04	-1.3546651E-04	-1.4467209E-05	1.2346339E-05	2.5186049E-05	1.6919337E-05	6.5203789E-06	-1.4766498E-06	-2.1043219E-06	
5	2.3533782E-04	8.5708416E-05	2.4018292E-05	4.4547274E-07	-6.7227785E-06	-9.5983803E-06	-1.1753493E-05	-1.5851663E-06	3.2138278E-06	
6	-3.8386701E-01	-2.4522595E-01	2.6785167E-01	2.8210112E-01	1.4930839E+00	-3.2790922E-01	9.4935309E-01	-3.0947848E+00	1.0720399E+00	
8	-4.6115065E+01	-1.0702836E+02	-6.1688713E+01	7.3673529E+01	2.1230777E+02	5.5696893E+02	3.6577429E+01	-2.6002979E+03	2.0001108E+03	
9	6.0266786E-03	1.9288900E-02	1.8001657E-02	9.3475750E-03	-2.2017765E-03	-1.0601260E-02	-1.127162E-02	-6.0264507E-03	1.1027058E-02	

[0585] 表 12

示例 12
(A)

Si	Ri	Di	N _{dj}	ν/dj
1	18.1441	1.2500	1.75500	52.3
2	5.1291	2.6558		
*3	-2.0860	1.1665	1.53391	55.9
*4	2.0476	0.5611		
*5	1.6043	2.5527	1.63360	23.6
*6	31.4099	0.2897		
7(St)	∞	0.2039		
*8	-14.5885	1.7468	1.53391	55.9
*9	-0.8756	1.0000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.3712		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	1.83
L(空气中)	12.26
f	0.81
f1	-9.88
f2	-1.76
f3	2.58
f4	1.67
f34	4.29
f123	-14.64

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.0572994E-01	-1.4511614E-02	-8.2275486E-04	7.4822961E-05	5.5450015E-05	1.5512504E-05	1.3820089E-07	-9.7377135E-07	-3.5463414E-07
4	0.000000E+00	1.4746897E-02	6.1707903E-02	-5.5613020E-02	2.3650277E-02	1.6138478E-02	3.9570260E-03	-6.3677421E-04	-1.2622915E-03	-8.4163596E-04
5	0.000000E+00	2.8618006E-03	-4.1290899E-02	6.8938755E-02	5.9760074E-04	-3.4264438E-03	-1.5076591E-03	-1.2826369E-03	-4.1414825E-04	4.6178060E-04
6	0.000000E+00	-4.4508168E-02	2.9566950E-01	-2.8515491E-01	-7.4221962E-02	1.4897478E-01	1.9538288E-01	6.1023606E-02	-1.1435025E-01	-3.0190663E-01
8	0.000000E+00	-3.4147945E-02	-1.5052747E-01	-8.0961634E-01	4.2801406E+00	-4.5455910E+00	-7.3738606E+00	-9.3612011E-01	2.9529630E+01	3.6131899E+01
9	0.000000E+00	1.8753326E-02	-4.0177622E-02	1.0994458E-02	-1.9886408E-02	3.6483657E-02	7.0061266E-03	-2.8268371E-02	-3.1403816E-02	-1.5612323E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-9.1751302E-08	4.7787754E-10	7.3833996E-09	2.5888323E-09	1.0725811E-09	-7.1080664E-11	-9.5337422E-11	-2.4643085E-11	7.2288237E-12	
4	-4.0884068E-04	-1.3854081E-04	-1.5190011E-05	1.2374085E-05	2.5380425E-05	1.7098305E-05	6.6488224E-06	-1.3937471E-06	-2.0530833E-06	
5	2.3122477E-04	7.8202345E-05	1.8038899E-05	-3.4388779E-06	-8.8918236E-06	-1.0600309E-05	-1.2048219E-05	-1.4933588E-06	3.4885641E-06	
6	-3.9962356E-01	-2.5158341E-01	2.7264327E-01	2.9335206E-01	1.5002750E+00	-3.3700777E-01	9.1608180E-01	-3.1046149E+00	1.2060746E+00	
8	-4.6592381E+01	-1.0793290E+02	-6.2966743E+01	7.2629892E+01	2.1324787E+02	5.6316318E+02	5.0871344E+01	-2.5818436E+03	1.9324258E+03	
9	6.5931647E-03	1.9740958E-02	1.8336090E-02	9.5611467E-03	-2.1082848E-03	-1.0625880E-02	-1.1410705E-02	-6.2574343E-03	1.0712433E-02	

[0586] 表 13

示例 13
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	17.0021	1.2500	1.77250	49.6
2	4.4761	2.7914		
*3	-2.1000	1.1501	1.53391	55.9
*4	2.7174	0.5490		
*5	1.6402	2.4485	1.63360	23.6
*6	29.2099	0.3225		
7(St)	∞	0.2039		
*8	-30.2143	1.7942	1.53391	55.9
*9	-0.9274	1.0000		
10	∞	0.5450	1.51680	64.2
11	∞	0.4625		
像面	∞			

(B)

Fno	ν dj
BF(空气中)	1.82
L(空气中)	12.33
f	0.86
f1	-8.22
f2	-2.05
f3	2.65
f4	1.75
f34	4.00
f123	-48.74

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.0609687E-01	-1.4410552E-02	-8.2832033E-04	7.0213835E-05	5.3995669E-05	1.5155698E-05	6.6987875E-08	-9.8312884E-07	-3.5385093E-07
4	0.0000000E+00	1.0158327E-01	4.1240748E-02	-5.8904203E-02	2.2537482E-02	1.5569863E-02	3.6761736E-03	-7.5881504E-04	-1.3065950E-03	-8.5294701E-04
5	0.0000000E+00	4.2162078E-02	-4.6860753E-02	6.2807764E-02	-6.3129083E-04	-3.3383056E-03	-1.2507644E-03	-1.1011160E-03	-3.1822305E-04	5.0304668E-04
6	0.0000000E+00	-3.8218925E-02	2.8537551E-01	-2.8537203E-01	-6.2805221E-02	1.6397446E-01	2.0566930E-01	6.3625673E-02	-1.1684107E-01	-3.0448598E-01
8	0.0000000E+00	-5.7712815E-02	-1.0765391E-01	-7.4874280E-01	4.3118496E+00	-4.5777361E+00	-7.4881332E+00	-1.1945463E+00	2.9267811E+01	3.5868851E+01
9	0.0000000E+00	-7.5748002E-03	-1.4158027E-02	9.1661541E-03	-2.1569840E-02	3.6163245E-02	7.3264262E-03	-2.8145923E-02	-3.0895673E-02	-1.5153357E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-9.0652028E-08	9.9153588E-10	7.5516120E-09	2.6342395E-09	1.0824083E-09	-6.8830011E-11	-9.5540478E-11	-2.4888725E-11	7.0997614E-12	
4	-4.0869610E-04	-1.3445777E-04	-1.1284516E-05	1.5006498E-05	2.6972696E-05	1.7846476E-05	6.9251316E-06	-1.3933410E-06	-2.1769423E-06	
5	2.4368567E-04	7.8153418E-05	1.3949125E-05	-7.8394063E-06	-1.2168055E-05	-1.2552747E-05	-1.2849256E-05	-1.4681533E-06	4.0383916E-06	
6	-3.9783731E-01	-2.4702817E-01	2.717890E-01	2.7274883E-01	1.4407377E+00	-4.3857964E-01	7.9595932E-01	-3.1269760E+00	1.5520007E+00	
8	-4.6726185E+01	-1.0766280E+02	-6.1778481E+01	7.5616722E+01	2.1927111E+02	5.7297633E+02	6.1766356E+01	-2.5875138E+03	1.8733968E+03	
9	7.0157554E-03	1.9832757E-02	1.8655709E-02	9.6324716E-03	-1.9218368E-03	-1.0509032E-02	-1.1376745E-02	-6.2928483E-03	1.0611408E-02	

[0587] 表 14

示例 14
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν/dj
1	17.0948	1.2500	1.77250	49.6
2	4.2306	2.8494		
*3	-2.0000	1.2000	1.53391	55.9
*4	2.6500	0.5405		
*5	1.5062	2.4630	1.63360	23.6
*6	31.8875	0.2163		
7(St)	∞	0.2039		
*8	-9.4728	1.7669	1.53391	55.9
*9	-0.9138	1.2000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.1633		
像面	∞			

(B)

Fno	1.82
BF(空气中)	12.31
L(空气中)	0.86
f	-7.60
f1	-1.96
f2	2.42
f3	1.77
f34	4.10
f123	26.40

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.134945E-01	-1.450786E-02	-9.551446E-04	3.714879E-05	4.800823E-05	1.463536E-05	2.350636E-07	-8.688984E-07	-3.124192E-07
4	0.000000E+00	1.172851E-01	2.467268E-02	-5.457344E-02	2.402132E-02	1.550717E-02	3.385639E-03	-9.424341E-04	-1.375925E-03	-8.604142E-04
5	0.000000E+00	4.271716E-02	-4.550802E-02	5.833150E-02	-1.473722E-03	-2.855808E-03	-7.113715E-04	-7.968847E-04	-1.958338E-04	5.234210E-04
6	0.000000E+00	-1.771340E-02	2.081401E-01	-2.434583E-01	3.009142E-02	1.787093E-01	7.819581E-02	-1.709967E-01	-3.411877E-01	-3.697627E-01
8	0.000000E+00	-1.247602E-02	-1.816435E-01	-9.019097E-01	4.291633E+00	-4.305586E+00	-6.914380E+00	-4.964870E+01	2.939366E+01	3.453400E+01
9	0.000000E+00	9.960182E-03	-4.030413E-02	2.080732E-03	-1.821625E-02	4.155161E-02	1.088272E-02	-2.716697E-02	-3.182709E-02	-1.698875E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.945352E-08	3.187046E-08	7.758002E-09	2.561717E-09	1.030423E-09	-8.764183E-11	-1.001944E-10	-2.540287E-11	7.415862E-12	
4	-3.963343E-04	-1.197704E-04	-5.576300E-07	2.140478E-05	3.005925E-05	1.900257E-05	6.947984E-06	-1.808053E-06	-2.740587E-06	
5	2.287869E-04	5.896849E-05	-5.231837E-07	-1.612692E-05	-1.600311E-05	-1.381582E-05	-1.295148E-05	-1.130264E-06	4.527855E-06	
6	-1.789595E-01	3.204380E-01	1.001103E+00	1.105006E+00	1.757596E+00	-1.429596E+00	-1.822378E+00	-5.835302E+00	5.459208E+00	
8	-5.065668E+01	-1.148630E+02	-7.088388E+01	7.118215E+01	2.351104E+02	6.350905E+02	1.884007E+02	-2.473729E+03	1.472135E+03	
9	5.117763E-03	1.838491E-02	1.783366E-02	9.408400E-03	-1.734688E-03	-1.012108E-02	-1.099714E-02	-6.083861E-03	1.054308E-02	

[0588] 表 15

示例 15
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	23.4084	1.2024	1.77250	49.6
2	5.3243	2.9178		
*3	-18.5361	1.1539	1.53391	55.9
*4	1.3778	1.1071		
*5	2.0453	2.8040	1.63360	23.6
*6	58.9833	0.4418		
7(St)	∞	0.3772		
*8	-98.2286	2.2000	1.53391	55.9
*9	-1.2869	1.9000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.1934		
像面	∞			

(B)

Fno	ν dj
BF(空气中)	2.55
L(空气中)	14.76
f	1.10
f1	-9.19
f2	-2.35
f3	3.28
f4	2.42
f34	4.68
f123	-23.73

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	2.3425549E-02	-4.4281646E-03	-8.2172326E-05	2.0851333E-05	5.1379900E-06	7.9246318E-07	-2.2532200E-08	-2.5677459E-08	-4.5503000E-09
4	0.000000E+00	4.8319110E-04	-1.8289408E-02	-1.4118683E-03	3.3993339E-03	5.8242218E-04	-1.1139233E-04	-8.7996304E-05	-3.2706625E-05	-8.8494043E-06
5	0.000000E+00	-8.6693522E-03	4.527213E-03	1.9527356E-03	2.2395569E-04	7.4124374E-04	2.1466395E-04	-4.7221648E-05	-4.1568768E-05	-6.8247620E-06
6	0.000000E+00	-4.4508305E-03	6.4281860E-02	-3.2301907E-02	-8.2800631E-03	5.3050073E-03	6.5791678E-03	4.1315293E-03	1.1054146E-04	-3.0372505E-03
8	0.000000E+00	6.6367107E-03	-6.8497863E-02	-1.5866038E-01	6.3166793E-01	-4.5083971E-01	-5.0340421E-01	-5.7327883E-02	8.9445147E-01	7.6017135E-01
9	0.000000E+00	-1.3247387E-02	4.7718349E-02	-3.6328702E-02	-6.8354158E-03	8.3874519E-03	3.4815373E-03	-4.8879761E-04	-1.1286173E-03	-6.14840341E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-4.7446602E-10	2.127273E-10	7.3239364E-11	1.1273988E-11	2.4440594E-12	-3.9211155E-13	-1.9365935E-13	-3.2021224E-14	5.7916673E-15	
4	-1.5992195E-06	6.0504852E-08	2.4395497E-07	9.9408998E-08	6.1780269E-08	2.1808580E-08	3.4358748E-09	-2.4727842E-09	-8.0848071E-10	
5	-1.1840871E-06	2.9746201E-07	3.3210096E-07	1.5654127E-07	3.7883011E-08	-1.0954623E-08	-1.9677504E-08	-4.2897228E-09	2.5153665E-09	
6	-3.9181390E-03	-1.9584370E-03	1.0206768E-03	2.2380325E-04	3.5149789E-03	-1.1444191E-03	1.1093374E-03	-2.6156266E-03	1.0250121E-03	
8	-6.1475611E-01	-1.0030950E+00	-4.2828673E-01	2.6197693E-01	5.8395087E-01	1.1137289E+00	1.8326166E-02	-1.9545647E+00	9.2567600E-01	
9	-1.3042215E-04	8.8144868E-05	9.2566960E-05	4.8691446E-05	7.4223952E-06	-1.0705482E-05	-1.0409643E-05	-5.0612418E-06	4.6553527E-06	

[0589] 表 16

示例 16
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	v/dj
1	15.8713	1.1000	1.77250	49.6
2	4.4878	2.3427		
*3	-2.5462	1.1000	1.53391	55.9
*4	2.8948	1.0000		
*5	1.9081	2.2000	1.63360	23.6
*6	48.9892	0.3860		
7(St)	∞	0.2500		
*8	-1000.0000	1.6500	1.53391	55.9
*9	-1.2605	1.6000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.2058		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	2.27
L(空气中)	12.30
f	1.12
f1	-8.46
f2	-2.37
f3	3.08
f4	2.36
f34	3.09
f123	27.32

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1621641E-01	-5.7246615E-03	-3.7795161E-03	-1.5748793E-04	7.2656249E-05	1.8486726E-05	1.7293536E-06	-2.3367913E-07	-1.3797174E-07
4	0.0000000E+00	1.0986827E-01	-4.1552984E-02	4.0767680E-02	5.8274361E-03	-3.8087682E-03	-2.2553264E-03	-6.4340563E-04	-8.5322976E-05	2.5469741E-05
5	0.0000000E+00	-2.2099153E-02	4.7502116E-02	-2.8281932E-02	9.4885128E-03	5.2291385E-03	-1.1950458E-04	-9.1618776E-04	-4.0037992E-04	-4.29888610E-05
6	0.0000000E+00	1.9002288E-02	-1.9447579E-02	1.0758204E-01	-3.6441305E-02	-4.6497860E-02	-1.3450770E-02	1.4909764E-02	1.6422276E-02	2.9076639E-02
8	0.0000000E+00	2.4357025E-02	-1.2472653E-01	-9.4867008E-02	6.8056766E-01	-4.9936911E-01	-5.8110836E-01	-8.2700345E-02	9.3976882E-01	8.4027447E-01
9	0.0000000E+00	-3.3138119E-02	6.2785154E-02	-5.1975739E-02	7.5061252E-03	1.3973162E-02	-4.5839445E-04	-5.0737143E-03	-3.0357304E-03	-3.9985081E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.3578586E-08	-4.2198893E-09	1.8137061E-10	2.8541095E-10	9.1994704E-11	1.9410706E-11	2.6402407E-12	-5.4243284E-13	-1.9160633E-13	
4	2.4690356E-05	1.1651745E-05	4.0604614E-06	9.8426539E-07	1.1334699E-07	-6.3939175E-08	-5.4057180E-08	-2.2469643E-08	-5.2528884E-10	
5	4.6667884E-05	3.8920410E-05	1.6804141E-05	3.4264113E-06	-1.3340535E-06	-1.9401019E-06	-1.0653214E-06	-2.2688585E-07	2.6257696E-07	
6	1.6713007E-02	2.1974770E-02	-1.4299674E-02	-3.8253502E-02	-3.9219198E-02	-8.5682361E-02	1.1948141E-01	4.6038338E-02	-4.7849843E-02	
8	-5.5103249E-01	-9.8912295E-01	-4.6609843E-01	1.9874463E-01	5.3679884E-01	1.1206852E+00	8.2400608E-02	-1.9614995E+00	8.6190428E-01	
9	9.1505882E-04	1.0183378E-03	5.7094638E-04	1.0292461E-04	-1.8413842E-04	-2.6095352E-04	-1.8367871E-04	-3.2049720E-05	1.3818952E-04	

[0590] 表 17

示例 17
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	v dj
1	15.8144	1.1000	1.77250	49.6
2	4.1786	2.3261		
*3	-2.2139	1.1000	1.53391	55.9
*4	5.0307	0.8004		
*5	1.9938	2.2000	1.63360	23.6
*6	48.9861	0.3123		
7(St)	∞	0.2501		
*8	-1000.0000	2.0784	1.53391	55.9
*9	-1.1871	1.5000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.1989		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	2.16
L(空气中)	12.33
f	1.11
f1	-7.67
f2	-2.73
f3	3.22
f4	2.22
f34	3.33
f123	37.56

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.3157562E-01	-7.1137604E-03	-4.4269738E-03	-1.8499774E-04	9.3220423E-05	2.5282465E-05	2.7524580E-06	-2.8619480E-07	-2.3288067E-07
4	0.0000000E+00	1.6385546E-01	-6.0655927E-02	4.4107013E-02	8.0055999E-03	-3.5895291E-03	-2.5239625E-03	-8.6515304E-04	-1.9670732E-04	-1.7080578E-05
5	0.0000000E+00	7.4832109E-03	3.7945833E-02	-2.4860984E-02	1.0807874E-02	5.0978905E-03	-4.0461419E-04	-1.0344899E-03	-4.0631083E-04	-1.4968557E-05
6	0.0000000E+00	1.2379425E-02	1.2400562E-02	7.9680746E-02	-6.2767726E-02	-3.7742525E-02	1.4087623E-02	3.4734652E-02	1.8170985E-02	1.2311257E-02
8	0.0000000E+00	4.0647443E-03	-5.7548622E-02	-1.4909540E-01	6.3878829E-01	-4.7122322E-01	-5.0526321E-01	-1.2525478E-02	9.5637549E-01	7.7897250E-01
9	0.0000000E+00	-6.0021410E-03	1.2534966E-02	-2.6043499E-02	1.8572538E-02	1.4340242E-02	-2.5726009E-03	-6.7105248E-03	-3.8035659E-03	-5.9786804E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.0632615E-08	-1.3579247E-08	-1.2634907E-09	3.7567820E-10	2.6450936E-10	9.9219291E-11	2.4038241E-11	2.1630635E-12	-2.4632300E-12	
4	1.3379359E-05	1.1265649E-05	6.2044143E-06	2.9052396E-06	1.2815190E-06	4.8489586E-07	1.2052288E-07	-3.3871460E-08	-8.3306306E-08	
5	6.7474952E-05	4.6664813E-05	1.6953149E-05	7.4824314E-07	-4.0163604E-06	-3.5594771E-06	-1.82719250E-06	-2.9917535E-07	6.0203386E-07	
6	-6.7969351E-03	8.6190109E-04	-2.3047588E-02	-3.1275970E-02	-3.6780161E-02	-6.8232317E-02	1.3188703E-01	4.4080484E-02	-5.4277970E-02	
8	-6.8038757E-01	-1.1462009E+00	-5.8422925E-01	1.9682062E-01	7.1616835E-01	1.4898716E+00	5.2537094E-01	-1.7962366E+00	2.8454789E-02	
9	9.8647513E-04	1.1754252E-03	7.2426882E-04	2.1789945E-04	-1.1374331E-04	-2.2978284E-04	-1.8269433E-04	-5.2305163E-05	1.0416377E-04	

[0591] 表 18

示例 18

(A)		(B)	
Si	Ri	Di	Ndj
1	20.7352	1.1000	1.58913
2	4.3709	2.3565	
*3	-2.4973	1.1000	1.53391
*4	2.7142	1.0000	
*5	1.8732	2.2000	1.63360
*6	48.9955	0.2752	
7(St)	∞	0.2500	
*8	-1000.0000	1.6500	1.53391
*9	-1.2486	1.6000	
10	∞	0.7000	1.51680
11	∞	0.1725	
像面	∞		

(B)	
Fno	2.23
BF(空气中)	12.17
L(空气中)	1.12
f	-9.64
f1	-2.27
f3	3.02
f4	2.34
f34	2.97
f123	24.45

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.1624026E-01	-5.7098459E-03	-3.7759433E-03	-1.5660659E-04	7.2872662E-05	1.8538116E-05	1.7409496E-06	-2.3127073E-07	-1.3754944E-07
4	0.000000E+00	1.0825431E-01	-4.1837427E-02	4.0657334E-02	5.7789973E-03	-3.8323599E-03	-2.2662275E-03	-6.4857392E-04	-8.7722962E-05	2.4387791E-05
5	0.000000E+00	-2.3808088E-02	4.7056326E-02	-2.8409635E-02	9.4520256E-03	5.2238660E-03	-1.1738627E-04	-9.1243703E-04	-3.9721197E-04	-4.0815486E-05
6	0.000000E+00	1.9024529E-02	-1.9185900E-02	1.0804036E-01	-3.5683896E-02	-4.5481057E-02	-1.2330593E-02	1.5934434E-02	1.7161277E-02	2.9330620E-02
8	0.000000E+00	2.7944523E-02	-1.2122294E-01	-9.1719536E-02	6.8248882E-01	-4.9678608E-01	-5.7889427E-01	-8.0609474E-02	9.4106286E-01	8.4098276E-01
9	0.000000E+00	-3.4576806E-02	6.6661037E-02	-5.0168725E-02	8.2583515E-03	1.4273132E-02	-3.4483190E-04	-5.0345982E-03	-3.0247790E-03	-3.9852160E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-3.3537789E-08	-4.2328776E-09	1.6985405E-10	2.7959985E-10	8.950901E-11	1.8429866E-11	2.2715298E-12	-6.7722495E-13	-2.3977757E-13	
4	2.4222591E-05	1.1461890E-05	3.9914476E-06	9.6475135E-07	1.1214974E-07	-5.9700974E-08	-4.9231453E-08	-1.8551926E-08	2.2666444E-09	
5	4.7999468E-05	3.9670541E-05	1.7193792E-05	3.6098610E-06	-1.2604842E-06	-1.9205772E-06	-1.0693506E-06	-2.3896096E-07	2.4940191E-07	
6	1.6326255E-02	2.1019299E-02	-1.6451733E-02	-4.0157150E-02	-4.3402702E-02	-8.5279838E-02	1.1823953E-01	4.4802956E-02	-4.5276354E-02	
8	-5.5100908E-01	-8.8988442E-01	-4.6772570E-01	1.9622906E-01	5.3350604E-01	1.1169976E+00	7.9219907E-02	-1.9623144E+00	8.6703732E-01	
9	9.1409074E-04	1.0174005E-03	5.7064350E-04	1.0322251E-04	-1.8343995E-04	-2.6005184E-04	-1.8272044E-04	-3.1128047E-05	1.3902360E-04	

[0592] 表 19

示例 19

(B)

Fno	2.30
BF(空气中)	12.29
L(空气中)	1.13
f	-7.81
f1	-2.58
f2	3.16
f3	2.33
f4	3.19
f123	52.28

(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν /dj
1	15.9964	1.1000	1.75500	52.3
2	4.1824	2.3820		
*3	-2.1922	1.1000	1.51103	55.2
*4	3.8567	0.8166		
*5	2.0118	2.2000	1.65181	21.0
*6	48.9973	0.3481		
7(St)	∞	0.3047		
*8	-53.4556	1.7379	1.51103	55.2
*9	-1.1760	1.6000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.2404		
像面	∞			

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.3200649E-01	-7.7684789E-03	-4.5431149E-03	-1.8700668E-04	9.7039344E-05	2.6560692E-05	3.0141807E-06	-2.4891755E-07	-2.2742810E-07
4	0.0000000E+00	1.4458550E-01	-6.1781008E-02	4.6346809E-02	8.8178459E-03	-3.4788086E-03	-2.5725646E-03	-9.1824163E-04	-2.2534630E-04	-2.9124828E-05
5	0.0000000E+00	-7.8861447E-03	3.6455087E-02	-2.1611650E-02	1.1413769E-02	4.8546241E-03	-6.3356584E-04	-1.1329891E-03	-4.2940110E-04	-1.3684224E-05
6	0.0000000E+00	6.7518447E-03	1.9445472E-02	7.9749016E-02	-6.3272498E-02	-3.7276738E-02	1.4658158E-02	3.3864611E-02	1.5770693E-02	1.0213510E-02
8	0.0000000E+00	1.0800026E-02	-7.3626716E-02	-1.5813114E-01	6.3720563E-01	-4.7004769E-01	-5.0575311E-01	-1.5793459E-02	9.5393003E-01	7.8361058E-01
9	0.0000000E+00	-1.7726623E-02	2.2798515E-02	-2.3140000E-02	1.0052442E-02	8.7363764E-03	-3.7174274E-03	-5.7482140E-03	-2.5440759E-03	2.5526896E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.0174934E-08	-1.3718354E-08	-1.3111419E-09	3.6982972E-10	2.6279813E-10	9.8683350E-11	2.3953992E-11	1.7040832E-12	-2.3504996E-12	
4	9.4429237E-06	1.0700687E-05	6.6339044E-06	3.4302271E-06	1.6411127E-06	6.7084073E-07	1.8522951E-07	-3.8927455E-08	-1.1332777E-07	
5	7.2684783E-05	5.0136581E-05	1.8653907E-05	1.4848931E-06	-3.6344581E-06	-3.7225197E-06	-1.7373640E-06	-2.4630503E-07	5.8716877E-07	
6	-5.6360108E-03	2.8959490E-03	-1.5481371E-02	-3.5052416E-02	-1.9250709E-02	-8.3120387E-02	1.2711142E-01	4.5178879E-02	-5.4864533E-02	
8	-6.6285281E-01	-1.1151872E+00	-5.5039362E-01	2.0770411E-01	6.6391105E-01	1.3371748E+00	2.8841538E-01	-1.9324939E+00	5.8546458E-01	
9	1.3494314E-03	1.1964408E-03	5.7734338E-04	3.1952067E-05	-2.6767883E-04	-3.2293165E-04	-2.1258691E-04	-2.9037384E-05	1.6589873E-04	

[0593] 表 20

示例 20
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	16.3449	1.1000	1.78800	47.4
2	4.1201	2.3923		
*3	-2.2140	1.0500	1.53391	55.9
*4	3.0102	0.7066		
*5	1.6486	2.4705	1.63360	23.6
*6	19.0392	0.2441		
7(St)	∞	0.2502		
*8	-23.9985	2.0314	1.53391	55.9
*9	-1.1967	1.7000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.1543		
像面	∞			

(B)

Fno	ν
BF(空气中)	2.32
L(空气中)	12.56
f	1.14
f1	-7.28
f2	-2.23
f3	2.70
f4	2.29
f34	3.93
f123	65.90

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.2777513E-01	-7.7516734E-03	-4.4752942E-03	-1.3355360E-04	1.1114998E-04	2.8253809E-05	2.7533351E-06	-4.7707088E-07	-3.1412302E-07
4	0.0000000E+00	1.3827057E-01	-7.8119268E-02	4.6307687E-02	9.6075831E-03	-3.1834788E-03	-2.4677464E-03	-8.6348000E-04	-1.9541969E-04	-1.4340322E-05
5	0.0000000E+00	-8.9433168E-03	3.4044080E-02	-2.6217209E-02	1.2594595E-02	6.0181026E-03	-2.6546746E-04	-1.1408043E-03	-5.1450187E-04	-7.3548150E-05
6	0.0000000E+00	8.0662728E-03	3.3169124E-02	6.3749325E-02	-7.7439002E-02	-3.2300332E-02	3.4964336E-02	6.2379514E-02	3.2313260E-02	1.0475333E-02
8	0.0000000E+00	1.0172578E-02	-7.4242266E-02	-1.6398646E-01	6.3843282E-01	-4.5996130E-01	-4.9544146E-01	-1.4765801E-02	9.9999127E-01	7.5585737E-01
9	0.0000000E+00	-1.7733304E-02	3.9705358E-02	-5.0940248E-02	1.4177462E-02	1.6528796E-02	-7.8122068E-04	-6.1639392E-03	-3.9163772E-03	-8.7126588E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-9.2102468E-08	-1.7179537E-08	-1.2523303E-09	6.8521456E-10	4.1346852E-10	1.5038275E-10	3.3635932E-11	2.4744735E-12	-4.5447283E-12	
4	1.5426734E-05	1.2195560E-05	6.4346492E-06	2.8517149E-06	1.1751224E-06	4.0693350E-07	8.5517867E-08	-3.9856016E-08	-7.7184512E-08	
5	4.7267644E-05	4.5098348E-05	2.1279882E-05	5.2207719E-06	-1.0989692E-06	-2.1253481E-06	-1.3730238E-06	-3.9275409E-07	3.4521710E-07	
6	-3.5762634E-02	-5.7602489E-02	-1.1300522E-01	-8.0081449E-02	-2.1296006E-01	3.8167030E-01	2.9688494E-01	-4.8201221E-02	-2.3074180E-01	
8	-6.9729618E-01	-1.1433463E+00	-5.5498420E-01	2.4943184E-01	7.5180429E-01	1.4677243E+00	4.1195060E-01	-1.9296692E+00	2.7487212E-01	
9	7.6937388E-04	1.0594747E-03	6.8607341E-04	2.2172661E-04	-9.5376409E-05	-2.1260737E-04	-1.7329979E-04	-5.1752151E-05	9.7451003E-05	

[0594] 表 21

示例 21
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	1/dj
1	18.7262	1.2500	1.77250	49.6
2	4.5792	2.6384		
*3	-2.0000	1.1710	1.53391	55.9
*4	2.6500	0.5390		
*5	1.6800	2.4851	1.65181	21.0
*6	39.3358	0.2162		
7(St)	∞	0.2039		
*8	-8.8174	1.7414	1.53391	55.9
*9	-0.9730	1.0000		
10	∞	0.5450	1.51680	64.2
11	∞	0.7200		
像面	∞			

(B)

Fno	2.08
BF(空气中)	12.32
L(空气中)	0.92
f	-8.16
f1	-1.96
f2	2.62
f3	1.90
f4	3.59
f123	-37.19

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1505789E-01	-1.4511250E-02	-9.7452063E-04	3.0748389E-05	4.6081578E-05	1.4105679E-05	1.0719970E-07	-8.9448001E-07	-3.1468219E-07
4	0.0000000E+00	8.476719E-02	2.2090459E-02	-5.2183715E-02	2.5112141E-02	1.5819636E-02	3.4396162E-03	-9.4712809E-04	-1.3865917E-03	-8.6785576E-04
5	0.0000000E+00	1.7141693E-02	-4.2398354E-02	5.7699321E-02	-1.5364979E-03	-2.7507788E-03	-6.9125294E-04	-8.3728172E-04	-2.6920618E-04	4.4826388E-04
6	0.0000000E+00	-2.0040339E-02	1.9516244E-01	-2.6039368E-01	1.1983968E-02	1.5762977E-01	7.1955178E-02	-1.4658578E-01	-2.8139278E-01	-2.8556196E-01
8	0.0000000E+00	-1.3205174E-02	-1.5901156E-01	-8.9946096E-01	4.2675448E+00	-4.3477188E+00	-6.9433009E+00	-4.6934431E-01	2.9579974E+01	3.4896880E+01
9	0.0000000E+00	2.8503971E-03	-4.5749659E-02	3.7431865E-03	-1.3917689E-02	4.4637794E-02	1.1883763E-02	-2.7874919E-02	-3.3350745E-02	-1.8523820E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15		RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.8531627E-08	3.8972730E-09	8.0598589E-09	2.6623680E-09	1.0569440E-09	-8.1427107E-11	-1.000298E-10	-2.6007954E-11	6.9954425E-12	
4	-4.0085574E-04	-1.2273161E-04	-2.6170948E-06	1.9941785E-05	2.9086871E-05	1.8418103E-05	6.6543843E-06	-1.9192959E-06	-2.7457388E-06	
5	1.7512845E-04	3.1125296E-05	-1.4630616E-05	-2.1805924E-05	-1.7264162E-05	-1.3312986E-05	-1.2042790E-05	-4.5335502E-07	4.7778599E-06	
6	-9.8724477E-02	3.5340907E-01	9.4184553E-01	9.0811093E-01	1.3993434E+00	-1.8814458E+00	-2.2201577E+00	-5.0756279E+00	7.2118691E+00	
8	-5.0104688E+01	-1.1433278E+02	-7.0980959E+01	6.8957894E+01	2.2897593E+02	6.224622E+02	1.6957750E+02	-2.4811476E+03	1.5360345E+03	
9	4.0759848E-03	1.8035561E-02	1.8140838E-02	1.10176298E-02	-7.7865541E-04	-9.2731207E-03	-1.0538430E-02	-6.2486229E-03	9.5054637E-03	

[0595] 表 22

示例 22
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν/dj
1	17.0995	1.2500	1.77250	49.6
2	4.1771	2.7961		
*3	-1.9501	1.1513	1.53391	55.9
*4	2.6500	0.5376		
*5	1.5034	2.3741	1.63360	23.6
*6	14.7189	0.2204		
7(St)	∞	0.2039		
*8	-9.5000	1.7312	1.53391	55.9
*9	-0.9537	1.2000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.3453		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	2.01
L(空气中)	12.27
f	0.90
f1	-7.47
f2	-1.94
f3	2.47
f4	1.85
f34	3.77
f123	-48.61

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.1763294E-01	-1.4649613E-02	-1.0142573E-03	2.2815450E-05	4.4275237E-05	1.3675267E-05	1.6785587E-08	-9.0528186E-07	-3.1275375E-07
4	0.0000000E+00	8.7697195E-02	2.1605446E-02	-5.0795706E-02	2.5253588E-02	1.5533022E-02	3.1772980E-03	-1.1021088E-03	-1.4614588E-03	-8.9878536E-04
5	0.0000000E+00	1.7277918E-02	-3.4285689E-02	5.6053488E-02	-1.6910907E-03	-2.3359988E-03	-3.3673201E-04	-6.3717181E-04	-1.7307424E-04	4.9143460E-04
6	0.0000000E+00	-2.0140004E-02	2.1593002E-01	-2.2540522E-01	2.8644979E-02	1.4729528E-01	4.3805665E-02	-1.7703270E-01	-3.0011137E-01	-2.8394017E-01
8	0.0000000E+00	-7.8637476E-03	-1.6402903E-01	-8.8690702E-01	4.2876137E+00	-4.3470074E+00	-6.9749508E+00	-5.2010818E-01	2.9550238E+01	3.4948506E+01
9	0.0000000E+00	5.8924992E-04	-3.1525739E-02	-1.2377806E-02	-1.7926325E-02	4.8345612E-02	1.6308376E-02	-2.5558145E-02	-3.3186245E-02	-1.9578900E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.6537364E-08	4.8005891E-09	8.3713816E-09	2.7502494E-09	1.0763121E-09	-7.9126880E-11	-1.0071252E-10	-2.6710039E-11	6.6275647E-12	
4	-4.1132146E-04	-1.2488889E-04	-1.9762694E-06	2.1168740E-05	3.0159245E-05	1.9152211E-05	7.0961174E-06	-1.6653458E-06	-2.6424498E-06	
5	1.9384389E-04	3.8604406E-05	-1.2498711E-05	-2.2203009E-05	-1.8630062E-05	-1.4742738E-05	-1.3052760E-05	-8.6621935E-07	4.9454311E-06	
6	-7.2610255E-02	3.9329276E-01	9.8964059E-01	9.4461729E-01	1.3910286E+00	-1.9645452E+00	-2.3634998E+00	-5.8106754E+00	7.2901217E+00	
8	-4.9806845E+01	-1.1395213E+02	-7.0467525E+01	6.9366728E+01	2.2876582E+02	6.2060246E+02	1.6566757E+02	-2.4852945E+03	1.5421757E+03	
9	2.7285117E-03	1.6972712E-02	1.7588972E-02	1.0110659E-02	-5.1767679E-04	-8.8864657E-03	-1.0211333E-02	-6.1289279E-03	9.3869821E-03	

[0596] 表 23

示例 23
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν /dj
1	17.8278	1.2500	1.77250	49.6
2	4.2125	2.8336		
*3	-1.9506	1.1176	1.53391	55.9
*4	2.6472	0.5075		
*5	1.5542	2.3682	1.63360	23.6
*6	199.9999	0.2587		
7(St)	∞	0.2009		
*8	-9.0910	1.7427	1.53391	55.9
*9	-0.9756	1.2000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.3376		
像面	∞			

(B)

Fno	值
BF(空气中)	2.00
L(空气中)	12.28
f	0.90
f1	-7.44
f2	-1.94
f3	2.46
f4	1.90
f34	3.70
f123	52.61

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.2122698E-01	-1.5391808E-02	-1.1310211E-03	1.6100552E-05	4.7140535E-05	1.5202382E-05	5.1565113E-07	-7.7737084E-07	-2.8713827E-07
4	0.0000000E+00	1.0134434E-01	1.9564144E-02	-4.7888274E-02	2.5867013E-02	1.5280372E-02	2.8867398E-03	-1.2522708E-03	-1.5025692E-03	-8.8779349E-04
5	0.0000000E+00	2.1293579E-02	-3.4967486E-02	5.3862522E-02	-1.6168842E-03	-1.9667203E-03	-2.4126701E-04	-7.4077964E-04	-3.2523553E-04	3.7245701E-04
6	0.0000000E+00	-1.8992257E-02	1.366132E-01	-2.9534057E-01	5.2112737E-02	1.8552909E-01	7.8213362E-02	-1.5933124E-01	-3.0495393E-01	-3.1008870E-01
8	0.0000000E+00	-6.0851748E-03	-1.3860315E-01	-8.7651608E-01	4.2530856E+00	-4.4239455E+00	-7.0551584E+00	-5.2363607E-01	2.9711656E+01	3.5367037E+01
9	0.0000000E+00	9.1393117E-03	-2.1857621E-02	-2.3860851E-02	-1.9307445E-02	5.2533825E-02	2.0377416E-02	-2.3639621E-02	-3.3173528E-02	-2.0551167E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.3754543E-08	4.0863546E-09	7.7410874E-09	2.4728386E-09	9.8382699E-10	-1.0275973E-10	-1.0406251E-10	-2.5737160E-11	7.7943813E-12	
4	-3.8544104E-04	-1.0121616E-04	1.4384953E-05	3.0514916E-05	3.4476114E-05	2.0454756E-05	6.8842829E-06	-2.4711604E-06	-3.4993937E-06	
5	1.2782920E-04	1.5497807E-05	-1.1465342E-05	-9.4093863E-06	-5.1098939E-06	-4.3702318E-06	-7.6964885E-06	-2.1391669E-07	1.9374794E-06	
6	-1.1326771E-01	3.4408415E-01	9.6065666E-01	9.1216148E-01	1.3713761E+00	-2.0090641E+00	-2.3622314E+00	-5.7354777E+00	7.6893338E+00	
8	-4.9224855E+01	-1.1319545E+02	-7.0174285E+01	6.8172788E+01	2.2464106E+02	6.1241420E+02	1.5523300E+02	-2.4877269E+03	1.5817092E+03	
9	1.6091656E-03	1.6216750E-02	1.7359288E-02	1.0345716E-02	-1.3171602E-05	-8.3417454E-03	-9.8424635E-03	-6.1108055E-03	8.9355225E-03	

[0597] 表 24

示例 24

(A)						(B)			
Si	Ri	Di	Ndj	ν	dj	Fno			
1	16.1932	1.3804	1.77250		49.6	BF(空气中)	2.30		
2	4.4649	2.3447				L(空气中)	12.26		
*3	8.5974	1.0500	1.53391		55.9	f	1.14		
*4	1.0674	0.7205				f1	-8.41		
*5	1.8899	2.2000	1.63360		23.6	f2	-2.40		
*6	∞	0.2200				f3	2.98		
7(St)	∞	0.2906				f4	2.09		
*8	∞	1.7538	1.53391		55.9	f34	3.01		
*9	-1.1165	1.5000				f123	-11.40		
10	∞	0.7000	1.51680		64.2				
11	∞	0.3383							
像面	∞								

(C)												
表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11		
3	0.000000E+00	1.0840884E-02	-7.8635056E-03	-3.2665411E-04	8.4304770E-05	3.2613779E-05	6.8435065E-06	5.7179258E-07	-1.5398482E-07	-9.2340568E-08		
4	0.000000E+00	7.3863870E-02	-3.3570477E-02	1.2203732E-02	9.6825170E-03	8.7431999E-04	-1.2179439E-03	-9.2445163E-04	-4.8554779E-04	-1.8757544E-04		
5	0.000000E+00	-2.7520575E-02	6.7983374E-02	-1.5152928E-02	2.9729475E-05	3.7916471E-03	1.5521621E-03	-4.5484525E-06	-2.9838287E-04	-1.7288676E-04		
6	0.000000E+00	3.9132795E-02	-5.6650187E-02	5.7078949E-02	1.0670503E-01	1.4658184E-05	-9.5855639E-02	-5.6986103E-02	-5.8655217E-02	-2.0917184E-02		
8	-3.0653931E-07	-3.9878167E-02	-6.7597802E-02	-2.6748893E-01	1.1794565E+00	-9.3739945E-01	-1.1779172E+00	-1.4043204E-01	2.7508992E+00	2.6574860E+00		
9	0.000000E+00	-7.3799530E-02	9.4484481E-02	-7.4095574E-02	-1.3404290E-02	2.0683511E-02	9.0825138E-03	-2.6312877E-03	-5.2566713E-03	-3.5375416E-03		
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20			
3	-3.1584617E-08	-6.7892986E-09	-7.1683700E-10	3.3352823E-10	2.8039043E-10	1.3661845E-10	4.2632244E-11	2.4953488E-12	-7.5365998E-12			
4	-2.39866395E-05	5.5411500E-05	-6.1350390E-06	-2.6281426E-06	-6.7187873E-07	5.9129031E-08	2.6842531E-07	2.6392422E-07	2.1576211E-07			
5	-4.3152153E-05	5.0316772E-05	9.5788285E-07	-1.6429810E-06	-2.4802545E-06	-1.9447676E-06	-1.2247259E-06	-2.7154630E-07	4.2258585E-07			
6	1.6062322E-02	1.3200323E-01	1.4549135E-01	3.1627017E-02	-6.9400047E-02	1.6921584E-01	-2.1987059E-01	-9.6024239E-01	8.8070586E-01			
8	-2.4187030E+00	-4.4845308E+00	-2.1773579E+00	1.4877129E+00	3.7827381E+00	8.2390345E+00	2.4455762E+01	-1.9020265E+01	1.0361449E+01			
9	-6.5442043E-04	3.5812212E-04	5.5149146E-04	4.2539773E-04	2.0124978E-04	3.7908012E-05	-2.5975570E-05	-4.5639461E-05	1.1767671E-05			

[0598] 表 25

示例 25
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν /dj
1	17.3709	1.2500	1.77250	49.6
2	4.2759	2.8949		
*3	-1.8500	1.1524	1.53391	55.9
*4	2.5500	0.1964		
*5	1.5504	2.8232	1.63360	23.6
*6	∞	0.2152		
7(St)	∞	0.2050		
*8	∞	1.7883	1.53391	55.9
*9	-0.9023	1.0000		
10	∞	0.7000	1.51680	64.2
11	∞	0.3692		
像面	∞			

(B)

Fno	
BF(空气中)	1.83
L(空气中)	12.36
f	0.81
f1	-7.66
f2	-1.84
f3	2.45
f4	1.69
f34	5.03
f123	-9.78

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.2031440E-01	-1.4922177E-02	-1.1057907E-03	1.2265390E-05	4.6807696E-05	1.5669432E-05	7.6886013E-07	-6.9972453E-07	-2.7318005E-07
4	0.000000E+00	1.4628587E-01	6.3017455E-03	-5.1717128E-02	2.5032113E-02	1.5440033E-02	3.1938636E-03	-1.0400210E-03	-1.3992347E-03	-8.5474061E-04
5	0.000000E+00	5.4749477E-02	-4.7401933E-02	5.3874980E-02	-2.2897915E-03	-2.5881279E-03	-4.6462627E-04	-7.2947495E-04	-2.4590658E-04	4.4966266E-04
6	0.000000E+00	-1.2468997E-02	1.7262376E-01	-2.3164004E-01	4.0612148E-02	1.4752492E-01	1.5731613E-02	-2.1578345E-01	-3.1305341E-01	-2.2953966E-01
8	0.000000E+00	-1.5827643E-02	-1.1010380E-01	-9.0887493E-01	4.2242195E+00	-4.3526850E+00	-6.8404682E+00	-2.2707599E-01	2.8835985E+01	3.4941141E+01
9	0.000000E+00	1.0647852E-02	-3.3848030E-02	1.9873223E-03	-1.3445561E-02	4.7504645E-02	1.4767126E-02	-2.6062200E-02	-3.2714519E-02	-1.8690717E-02
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.3804821E-08	2.8075729E-09	7.1071572E-09	2.2665644E-09	9.3651468E-10	-1.0945731E-10	-1.0256105E-10	-2.4270730E-11	8.4487511E-12	
4	-3.8670595E-04	-1.1404243E-04	1.1648874E-06	2.0893228E-05	2.9069908E-05	1.8220691E-05	6.5870833E-06	-1.8200537E-06	-2.5470288E-06	
5	1.7137181E-04	2.6350131E-05	-1.3710897E-05	-1.8144646E-05	-1.3420018E-05	-1.0569338E-05	-1.0772354E-05	-4.7181504E-07	3.8781104E-06	
6	6.4836794E-02	5.9013521E-01	1.1755377E+00	9.3765846E-01	9.9647396E-01	-2.5186928E+00	-3.6970092E+00	-6.5278757E+00	1.0815726E+01	
8	-5.0752963E+01	-1.1615801E+02	-7.3961297E+01	6.6546863E+01	2.3185791E+02	6.4050224E+02	2.1175331E+02	-2.4444890E+03	1.3756663E+03	
9	3.5545372E-03	1.7485472E-02	1.7722559E-02	9.9312839E-03	-8.7747712E-04	-9.2689972E-03	-1.0445366E-02	-6.0635409E-03	9.8890364E-03	

[0599] 表 26

示例 26

(A)		(B)	
表面编号	像面	Fno	ν dj
1	17.1498	1.2500	1.77250
2	4.2669	2.8734	
*3	-1.8499	1.2000	1.53391
*4	2.6487	0.5390	
*5	1.4790	2.5673	1.63360
*6	200.0000	0.2166	
7(St)	∞	0.2039	
*8	-8.1763	1.7823	1.53391
*9	-0.9287	1.2000	
10	∞	0.7000	1.51680
11	∞	0.1700	
像面	∞		

(C)		RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.0993172E-05	4.5129608E-05	1.4976964E-05	5.5851156E-07	-7.5084983E-07	-2.8253746E-07
4	0.0000000E+00	2.4808675E-02	1.5354077E-02	3.1693819E-03	-1.0435783E-03	-1.3959069E-03	-8.4940586E-04
5	0.0000000E+00	-2.0091797E-03	-2.4395456E-03	-3.8025641E-04	-6.7851413E-04	-2.1602480E-04	4.6557069E-04
6	0.0000000E+00	4.3540592E-02	1.5473403E-01	2.4372980E-02	-2.1137109E-01	-3.1786478E-01	-2.4542581E-01
8	0.0000000E+00	4.2341516E+00	-4.3007565E+00	-6.7831155E+00	-2.4536428E-01	2.9614840E+01	3.4364730E+01
9	0.0000000E+00	-1.7664321E-02	4.4814576E-02	1.3538049E-02	-2.6225873E-02	-3.2297434E-02	-1.8105224E-02
	RB12	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.4582071E-08	9.5855059E-10	-1.0491600E-10	-1.0220061E-10	-2.4539504E-11	8.2432386E-12	
4	-3.8140505E-04	3.0172028E-05	1.8715318E-05	6.7171828E-06	-1.8772369E-06	-2.6774320E-06	
5	1.7863152E-04	-1.3841079E-05	-1.07893291E-05	-1.0789970E-05	-3.3790494E-07	4.0902160E-06	
6	4.0839775E-02	1.0220895E+00	-2.4904209E+00	-3.5933790E+00	-6.4240869E+00	1.0539422E+01	
8	-5.1787784E+01	2.3901505E+02	6.5876276E+02	2.4347176E+02	-2.4183382E+03	1.2952504E+03	
9	4.0338227E-03	-1.2263719E-03	-9.6218071E-03	-1.0703654E-02	-6.1350835E-03	1.0073497E-02	

[0600] 表 27

示例 27
(A)

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	15.8404	1.1000	1.77250	49.6
2	4.1773	2.3130		
*3	-2.2495	1.1000	1.53391	55.9
*4	4.5058	0.8004		
*5	2.0301	2.2000	1.63360	23.6
*6	∞	0.2947		
7(St)	∞	0.2501		
*8	∞	2.0735	1.53391	55.9
*9	-1.2050	1.5000		
10	∞	0.8000	1.51680	64.2
11	∞	0.1583		
像面	∞			

(B)

Fno	2.19
BF(空气中)	12.32
L(空气中)	1.10
f	-7.66
f1	-2.66
f2	3.20
f3	2.26
f4	3.26
f123	34.86

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.0000000E+00	1.3239849E-01	-7.0704955E-03	-4.4174577E-03	-1.7843524E-04	9.4421106E-05	2.5161997E-05	2.5986154E-06	-3.4655610E-07	-2.4869042E-07
4	0.0000000E+00	1.6185476E-01	-6.0668361E-02	4.5465154E-02	8.4263908E-03	-3.5554028E-03	-2.5549963E-03	-8.8668762E-04	-2.0549054E-04	-1.9558142E-05
5	0.0000000E+00	5.7164565E-03	3.5062587E-02	-2.4924679E-02	1.1385026E-02	5.3179334E-03	-4.2711092E-04	-1.1173733E-03	-4.7161467E-04	-4.9992943E-05
6	0.0000000E+00	1.8020549E-02	-3.3015779E-03	7.4477617E-02	-5.9737621E-02	-3.2011151E-02	1.8433841E-02	3.6498977E-02	1.7649288E-02	1.0625375E-02
8	0.0000000E+00	-4.2538101E-04	-4.6952453E-02	-1.5284583E-01	6.3168277E-01	-4.7602967E-01	-5.0744980E-01	-1.3344932E-02	9.5600914E-01	7.7926517E-01
9	0.0000000E+00	-9.4465595E-03	1.7447793E-02	-2.8150851E-02	1.8074510E-02	1.4653054E-02	-2.2839095E-03	-6.6086470E-03	-3.8172128E-03	-6.4647345E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-7.3197449E-08	-1.3502387E-08	-9.9204864E-10	5.1030382E-10	3.1032785E-10	1.1023440E-10	2.5204233E-11	1.3895343E-12	-3.2314730E-12	
4	1.3098627E-05	1.1506754E-05	6.4509838E-06	3.0592596E-06	1.3589366E-06	5.1630127E-07	1.2810177E-07	-3.6377915E-08	-8.9357052E-08	
5	5.4207175E-05	4.4621073E-05	1.9235939E-05	3.7825529E-06	-1.6395183E-06	-2.1184703E-06	-1.1990072E-06	-2.5328821E-07	3.3607235E-07	
6	-8.4605725E-03	-5.4022575E-04	-2.2666409E-02	-3.0102604E-02	-3.2857866E-02	-6.6330045E-02	1.3408938E-01	4.3813498E-02	-5.8313883E-02	
8	-6.7830177E-01	-1.1411200E+00	-5.7809461E-01	2.0525388E-01	7.1840817E-01	1.4767265E+00	4.9201806E-01	-1.8270329E+00	1.0634952E-01	
9	9.4441914E-04	1.1512827E-03	7.1543707E-04	2.1805947E-04	-1.1009195E-04	-2.2609645E-04	-1.8066882E-04	-5.2240722E-05	1.0244036E-04	

[0601] 表 28

示例 28

(A)		(B)	
Si	Ri	Di	Ndj
1	15.8423	1.1000	1.77250
2	4.1794	2.2842	
*3	-1.7856	1.1000	1.53391
*4	35.1894	0.8001	
*5	2.4320	2.2000	1.63360
*6	∞	0.2859	
7(St)	∞	0.2508	
*8	∞	2.0418	1.53391
*9	-1.1954	1.6000	
10	∞	0.7000	1.51680
11	∞	0.1713	
像面	∞		

(B)	
Fno	ν dj
BF(空气中)	2.23
L(空气中)	12.30
f	1.09
f1	-7.66
f2	-3.15
f3	3.84
f4	2.24
f34	3.00
f123	393.59

(C)

表面编号	KA	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	RB9	RB10	RB11
3	0.000000E+00	1.587360E-01	-7.9449729E-03	-5.0519930E-03	-2.0810309E-04	1.0962082E-04	2.9317742E-05	2.9586084E-06	-5.4690445E-07	-3.4869749E-07
4	0.000000E+00	1.7929152E-01	-7.5345253E-02	5.7323466E-02	1.2360152E-02	-3.4421113E-03	-3.0036039E-03	-1.1603714E-03	-3.1068665E-04	-4.5487996E-05
5	0.000000E+00	5.4292893E-03	3.4769792E-02	-1.9648861E-02	1.1451636E-02	4.2355186E-03	-9.8043631E-04	-1.2107005E-03	-4.1119260E-04	1.0640729E-05
6	0.000000E+00	1.7509337E-02	5.4736224E-03	5.9122184E-02	-6.4504826E-02	-1.4740626E-02	3.6725351E-02	3.9681072E-02	4.1325666E-03	-8.3811076E-03
8	0.000000E+00	4.3985059E-04	-2.1075156E-02	-2.1018811E-01	6.3485681E-01	-4.0973012E-01	-4.5199448E-01	-2.8713646E-02	8.6284071E-01	6.5591906E-01
9	0.000000E+00	-6.7794168E-03	1.2319759E-02	-2.2085738E-02	1.6099915E-02	1.2900517E-02	-2.3406518E-03	-6.0311467E-03	-3.3608869E-03	-4.7551121E-04
	RB12	RB13	RB14	RB15	RB16	RB17	RB18	RB19	RB20	
3	-1.0014130E-07	-1.8462096E-08	-1.0411645E-09	9.0230179E-10	5.1467270E-10	1.6922408E-10	2.6837188E-11	1.5887761E-12	-4.3195137E-12	
4	1.2760408E-05	1.6052896E-05	9.9036217E-06	4.8325087E-06	2.0281812E-06	6.6943295E-07	9.8220617E-08	-1.0192113E-07	-1.1580108E-07	
5	8.1943324E-05	5.0177982E-05	1.6935395E-05	9.8617474E-07	-2.8060310E-06	-2.2512173E-06	-9.9877677E-07	3.5339981E-08	2.2504560E-07	
6	-1.7805960E-02	-2.1183948E-02	-8.1846303E-03	-2.5695326E-02	-2.2000643E-02	-5.8730082E-02	1.5926052E-01	5.5529039E-02	-9.6942012E-02	
8	-7.5057034E-01	-1.0839359E+00	-3.5778857E-01	5.2372725E-01	9.5069009E-01	1.3966507E+00	-2.3123165E-01	-2.7422354E+00	1.2742351E+00	
9	9.2629379E-04	1.0680850E-03	6.4128706E-04	1.7787396E-04	-1.1981354E-04	-2.1866704E-04	-1.6898008E-04	-4.5148935E-05	1.0087191E-04	

[0602] 表 29

示例	条件公式													
	(1) vd2/vd3	(2) Nd3-Nd2	(3) j2/f	(4) D2/f	(5) F3/f	(6) $(R8-R9)/(R8+R9)$	(7) R8/f	(8) L/f	(9) Bf/f	(10) $(D4+D5)/f$	(11) R4/f	(12) $(R3-R4)/(R3+R4)$	(13) R1/f	(14) R6/f
1	2.37	0.10	2.22	2.03	2.89	1.00	922.25	11.34	2.14	2.79	0.97	0.76	15.61	922.25
2	2.37	0.10	2.29	3.33	2.83	0.82	11.08	14.40	2.13	3.51	3.10	-7.15	19.99	37.29
3	2.37	0.10	2.14	2.06	2.88	0.99	179.09	11.02	2.22	2.66	0.93	0.76	16.24	179.09
4	2.37	0.10	2.05	2.06	2.85	0.96	46.64	11.08	2.24	2.69	0.87	0.74	14.77	72.85
5	2.37	0.10	2.01	2.06	2.86	0.96	49.79	11.09	2.26	2.72	0.84	0.73	14.71	63.97
6	2.37	0.10	2.06	2.06	2.69	0.75	7.04	11.20	2.30	2.79	0.90	0.77	15.05	41.15
7	2.37	0.10	2.22	2.06	3.02	0.98	79.91	10.88	2.24	2.63	0.95	0.74	15.91	7.43
8	2.19	0.08	2.20	2.06	2.86	0.97	73.39	10.82	2.15	2.57	0.96	0.76	15.31	13.40
9	2.37	0.10	2.18	2.06	2.81	1.00	881.72	10.86	2.15	2.58	0.95	0.76	15.60	881.72
10	2.66	0.12	2.15	2.05	2.84	1.00	916.64	11.28	2.16	2.79	0.94	0.76	15.74	916.64
11	2.19	0.08	2.90	3.24	4.13	0.89	17.92	15.85	2.32	4.13	3.88	-7.18	25.96	39.94
12	2.37	0.10	2.17	3.28	3.19	0.89	17.99	15.12	2.26	3.84	2.53	107.65	22.38	38.74
13	2.37	0.10	2.38	3.24	3.08	0.94	35.10	14.33	2.12	3.48	3.16	-7.80	19.75	33.94
14	2.37	0.10	2.29	3.33	2.83	0.82	11.08	14.40	2.13	3.51	3.10	-7.15	19.99	37.29
15	2.37	0.10	2.13	2.64	2.97	0.97	88.96	13.37	2.31	3.54	1.25	1.16	21.20	53.42
16	2.37	0.10	2.12	2.10	2.76	1.00	896.15	11.02	2.03	2.87	2.59	-15.61	14.22	43.90
17	2.37	0.10	2.47	2.10	2.91	1.00	903.20	11.13	1.95	2.71	4.54	-2.57	14.28	44.24
18	2.37	0.10	2.02	2.10	2.69	1.00	890.69	10.84	1.99	2.85	2.42	-24.03	18.47	43.64
19	2.63	0.14	2.27	2.10	2.79	0.96	47.14	10.84	2.03	2.66	3.40	-3.63	14.11	43.20
20	2.37	0.10	1.96	2.10	2.37	0.91	21.09	11.04	2.03	2.79	2.64	-6.56	14.36	16.73
21	2.66	0.12	2.13	2.86	2.85	0.80	9.57	13.38	2.26	3.28	2.88	-7.15	20.33	42.70
22	2.37	0.10	2.16	3.12	2.76	0.82	10.60	13.69	2.24	3.25	2.96	-6.57	19.08	16.42
23	2.37	0.10	2.16	3.15	2.74	0.81	10.11	13.65	2.22	3.20	2.94	-6.60	19.82	222.31
24	2.37	0.10	2.11	2.06	2.62	1.00	∞	10.78	2.02	2.57	0.94	0.78	14.23	∞
25	2.37	0.10	2.26	3.56	3.01	1.00	∞	15.18	2.25	3.71	3.13	-6.29	21.34	∞
26	2.37	0.10	2.17	3.35	2.72	0.80	9.52	14.51	2.13	3.62	3.08	-5.63	19.97	232.86
27	2.37	0.10	2.42	2.10	2.91	1.00	∞	11.19	1.98	2.72	4.09	-2.99	14.39	∞
28	2.37	0.10	2.90	2.10	3.53	1.00	∞	11.30	2.05	2.76	32.35	-1.11	14.56	∞

[0603] 表 30

示例	条件公式					
	(15) D3/f	(16) (R1-R2)/(R1+R2)	(17) R1/L	(18) (R5-R6)/(R5+R6)	(19) f/f123	(20) f34/f
1	0.97	0.59	1.38	-1.00	-0.11	2.74
2	1.40	0.60	1.39	-0.91	0.03	4.80
3	0.94	0.61	1.47	-0.98	-0.15	2.69
4	0.91	0.58	1.33	-0.95	-0.14	2.58
5	0.91	0.58	1.33	-0.95	-0.15	2.55
6	0.92	0.59	1.34	-0.92	-0.08	2.70
7	0.93	0.60	1.46	-0.63	-0.24	2.68
8	0.92	0.59	1.41	-0.78	-0.19	2.68
9	0.93	0.60	1.44	-1.00	-0.14	2.65
10	0.96	0.59	1.40	-1.00	-0.11	2.68
11	1.58	0.61	1.64	-0.88	-0.08	4.52
12	1.44	0.56	1.48	-0.90	-0.06	5.29
13	1.34	0.58	1.38	-0.89	-0.02	4.65
14	1.40	0.60	1.39	-0.91	0.03	4.80
15	1.05	0.63	1.59	-0.93	-0.05	4.24
16	0.99	0.56	1.29	-0.93	0.04	2.77
17	0.99	0.58	1.28	-0.92	0.03	3.01
18	0.98	0.65	1.70	-0.93	0.05	2.64
19	0.97	0.59	1.30	-0.92	0.02	2.81
20	0.92	0.60	1.30	-0.84	0.02	3.45
21	1.27	0.61	1.52	-0.92	-0.02	3.90
22	1.28	0.61	1.39	-0.81	-0.02	4.20
23	1.24	0.62	1.45	-0.98	0.02	4.11
24	0.92	0.57	1.32	-1.00	-0.10	2.64
25	1.42	0.60	1.41	-1.00	-0.08	6.17
26	1.40	0.60	1.38	-0.99	0.06	5.22
27	1.00	0.58	1.29	-1.00	0.03	2.96
28	1.01	0.58	1.29	-1.00	0.00	2.76

[0604] 在示例 1-28 的所有成像镜头中,第一透镜 L1 玻璃球面透镜,而第二透镜 L2、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 是塑料非球面透镜。

[0605] 图 32(A)-图 32(D)、图 33(A)-图 33(D)、图 34(A)-图 34(D)、图 35(A)-图 35(D)、图 36(A)-图 36(D)、图 37(A)-图 37(D)、图 38(A)-图 38(D)、图 39(A)-图 39(D)、图 40(A)-图 40(D)、图 41(A)-图 41(D)、图 42(A)-图 42(D)、图 43(A)-图 43(D)、图 44(A)-图 44(D)、图 45(A)-图 45(D)、图 46(A)-图 46(D)、图 47(A)-图 47(D)、图 48(A)-图 48(D)、图 49(A)-图 49(D)、图 50(A)-图 50(D)、图 51(A)-图 51(D)、图 52(A)-图 52(D)、图 53(A)-图 53(D)、图 54(A)-图 54(D)、图 55(A)-图 55(D)、图 56(A)-图 56(D)、图 57(A)-图 57(D)、图 58(A)-图 58(D)、和图 59(A)-图 59(D) 分别显示了示例 1-28 中的成像镜头的像差图。

[0606] 这里,示例 1 的像差图作为示例被说明,并且其它示例的像差图类似于示例 1 的像差图。图 32(A)、图 32(B)、图 32(C) 和图 32(D) 分别示出了示例 1 的成像镜头中的球面像差、散光、畸变(畸变像差),和横向色像差(放大倍率的色像差)。在球面像差的图中,F 表示 F 数,而在其它图中, ω 表示半视场角。在畸变图中,通过使用整个系统的焦距 f 和视场角 ϕ (变量, $0 \leq \phi \leq \omega$) 显示与理想图像高度 $2f \times \tan(\phi/2)$ 的偏移量。每一个像差图说明当 d 线 (587.56nm) 是参考波长时的像差。球面像差图还示出了关于 F 线 (波长 486.13nm)、C 线 (波长 656.27nm) 和伪正弦条件 (表示为 SNC) 的像差。进一步地,横向色象差图说明像差关于 F 线和 C 线的横向色象差。因为横向色象差的图中所使用的各种线与球面像差图中所使用的各种线相同,因此在横向色象差图中没有这些线。

[0607] 作为所示的这些数据,示例 1-28 的成像镜头由为少量透镜并且可以小尺寸和低

成本制造而成的 4 个透镜构成。进一步地,可以获得为大约 150-200 度的全视场角的极宽的视场角。进一步地,F 数在 2.0 至 2.6 的范围内,该范围较小。进一步地,成像镜头具有其中已经以极好的方式校正每一个像差的高光学性能。这些成像镜头适合于用在监视相机、用于对汽车的前侧、横向侧、后侧等成像的车载相机等。

[0608] [成像设备的实施例]

[0609] 图 60 示出了作为使用示例将包括本实用新型的实施例的成像镜头的成像设备安装在汽车 100 中的方式。在图 60 中,汽车 100 包括用于对在邻近 驾驶员的座椅的侧部的驾驶员的盲点成像的外部照相机 101、用于对在汽车 100 的后侧的驾驶员的盲点成像的外部相机 102、和用于对与驾驶员的视野相同的范围成像的内部相机 103。内部相机 103 连接到后视镜的背面。外部相机 101、外部相机 102、和内部相机 103 是根据本实用新型的一个实施例的成像设备,并且所述照相机包括根据本实用新型的一个示例的成像镜头和用于将由成像镜头形成的光学图像转换成电信号的成像装置。

[0610] 根据本实用新型的示例的成像镜头具有上述优点。因此,外部照相机 101 和 102 以及内部照相机 103 也可以以小尺寸和低成本构造而成,并且具有宽视场角。进一步地,所述照相机也可以在图像形成的周边部分中获得极好的图像。

[0611] 迄今为止,已经通过利用使用实施例和示例描述了本实用新型。然而,本实用新型不局限于上述实施例和示例,而是可以进行各种修改。例如,每一个透镜的曲率半径、表面之间的距离、折射率和阿贝数的值不局限于上述数值示例中的值,而使可以是其它值。

[0612] 在上述示例中,所有透镜都由均相材料构成。可选地,可以使用具有分布折射率的梯度指数透镜。进一步地,在上述示例中,第二透镜 L2 至第四透镜 L4 由上面形成有非球面表面的折射式透镜构成。一个或多个衍射光学元件可以形成一个表面或多个表面上。

[0613] 在成像设备的实施例中,参照附图描述了将本实用新型应用于车载照相机的情况。然而,本实用新型的使用不局限于该目的。例如,本实用新型可以应用于用于移动终端的照相机、监视照相机等。

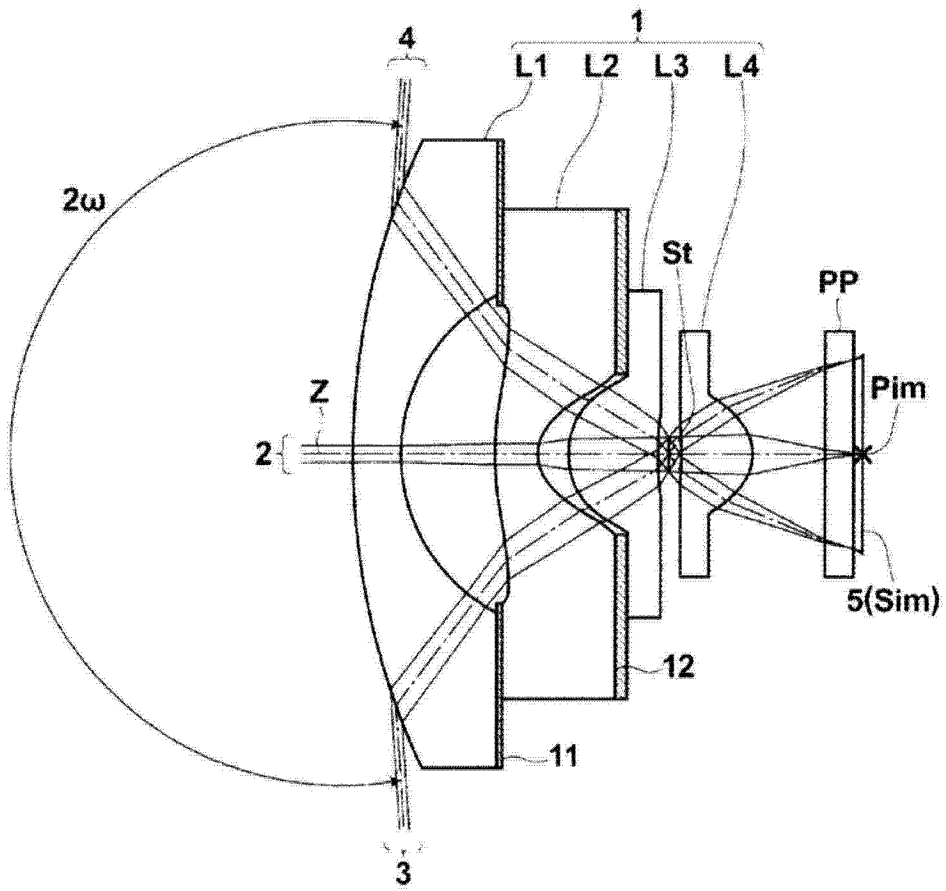


图 1

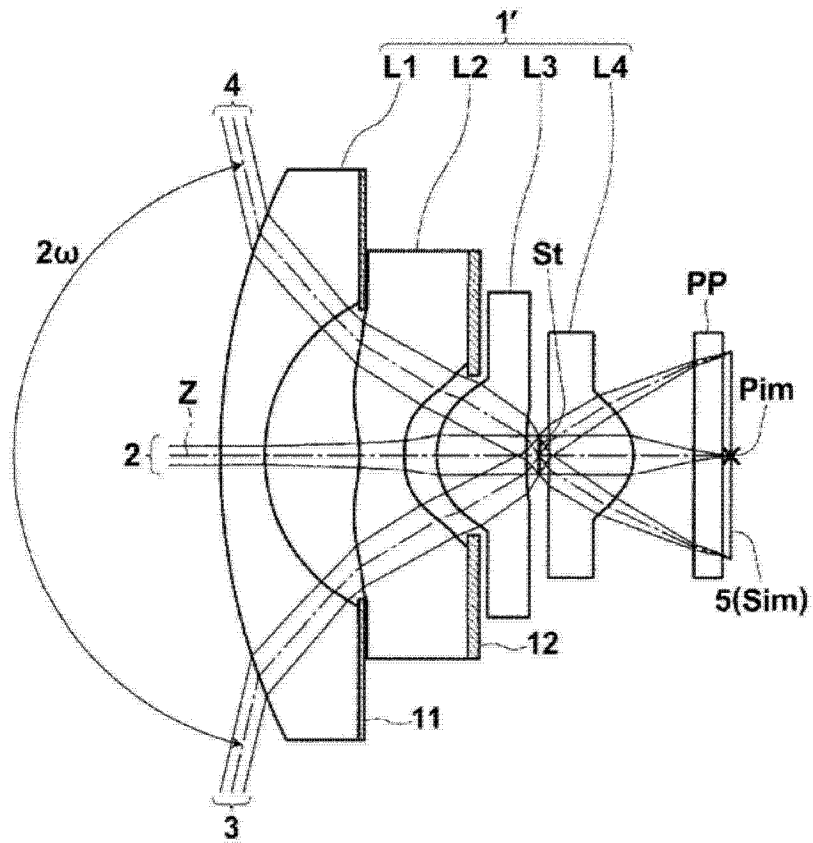


图 2

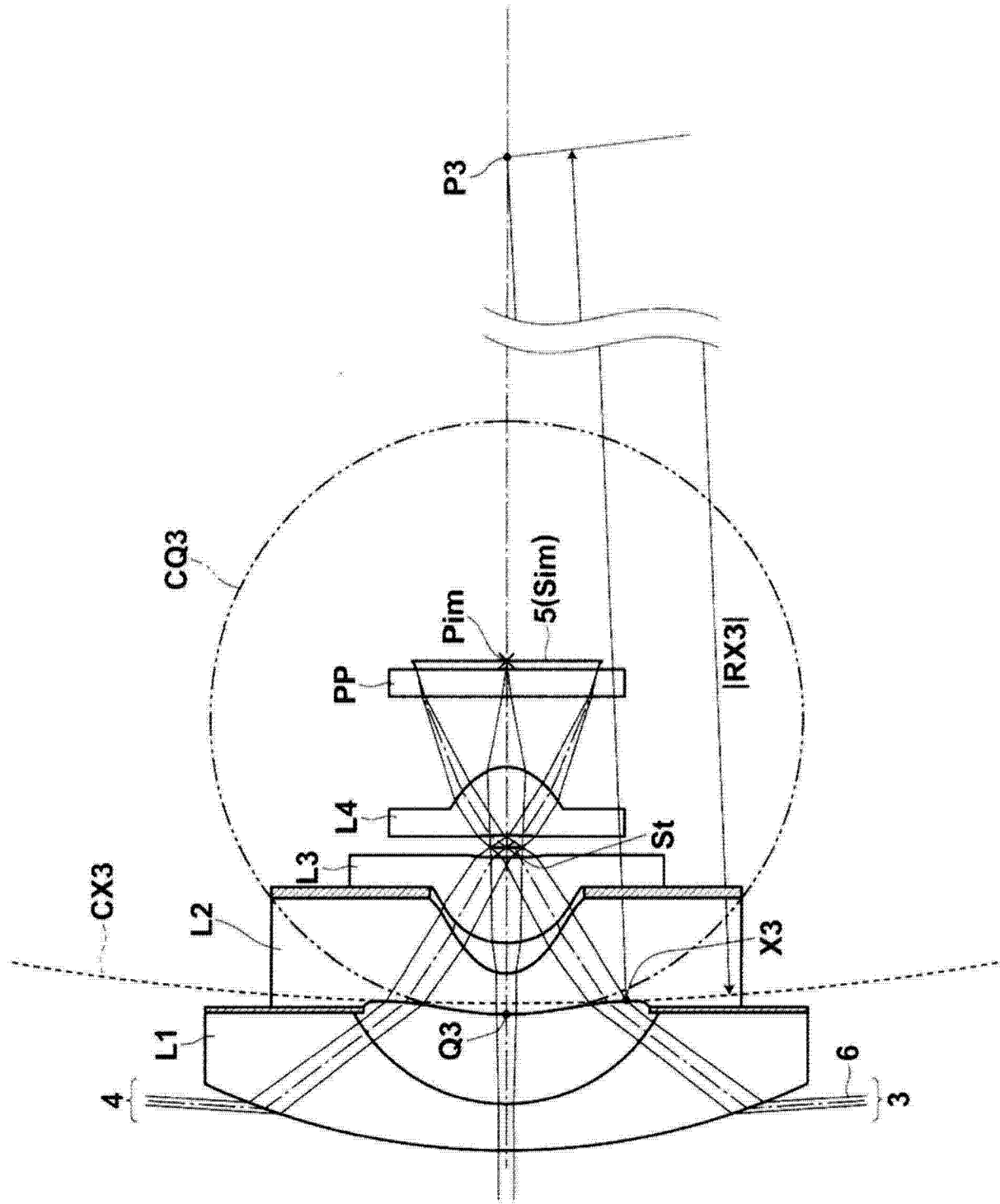


图 3

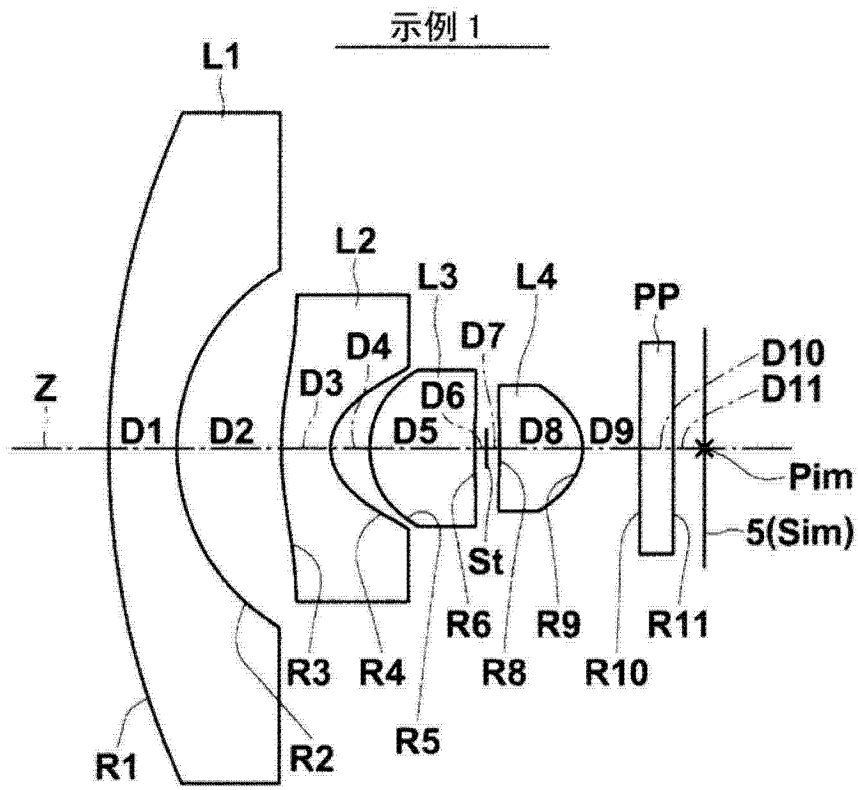


图 4

示例 2

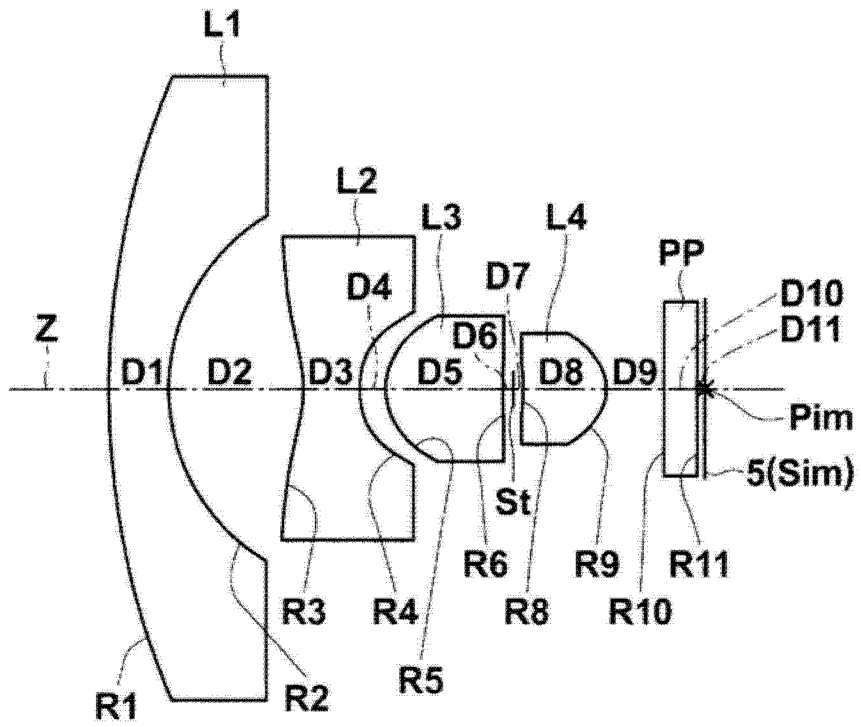


图 5

示例 3

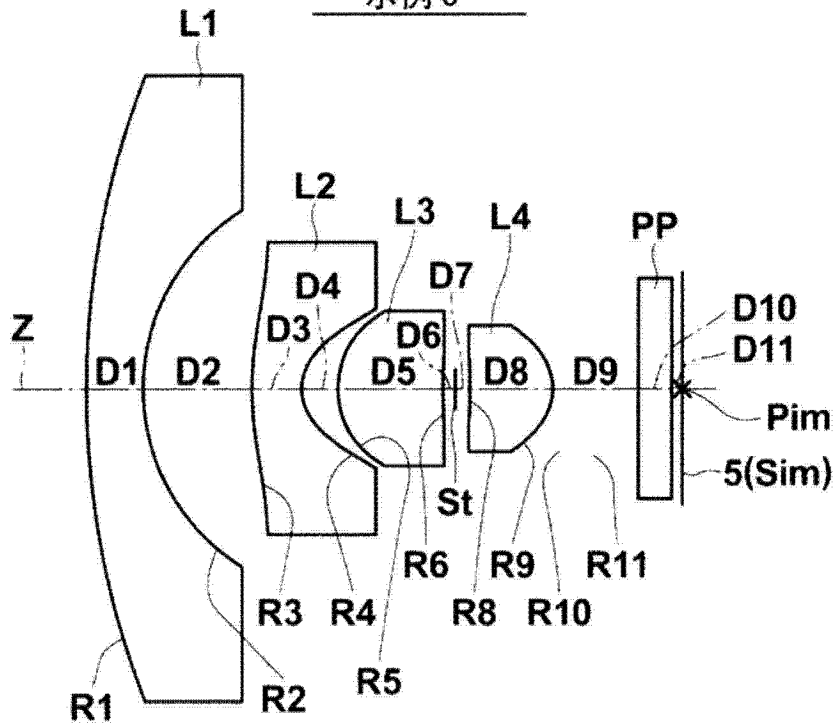


图 6

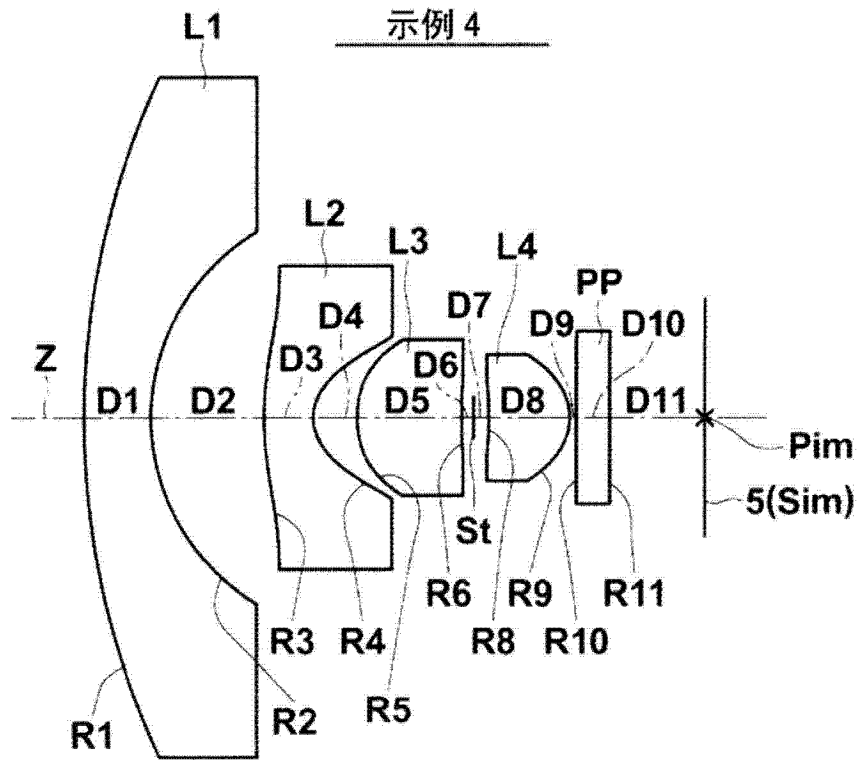


图 7

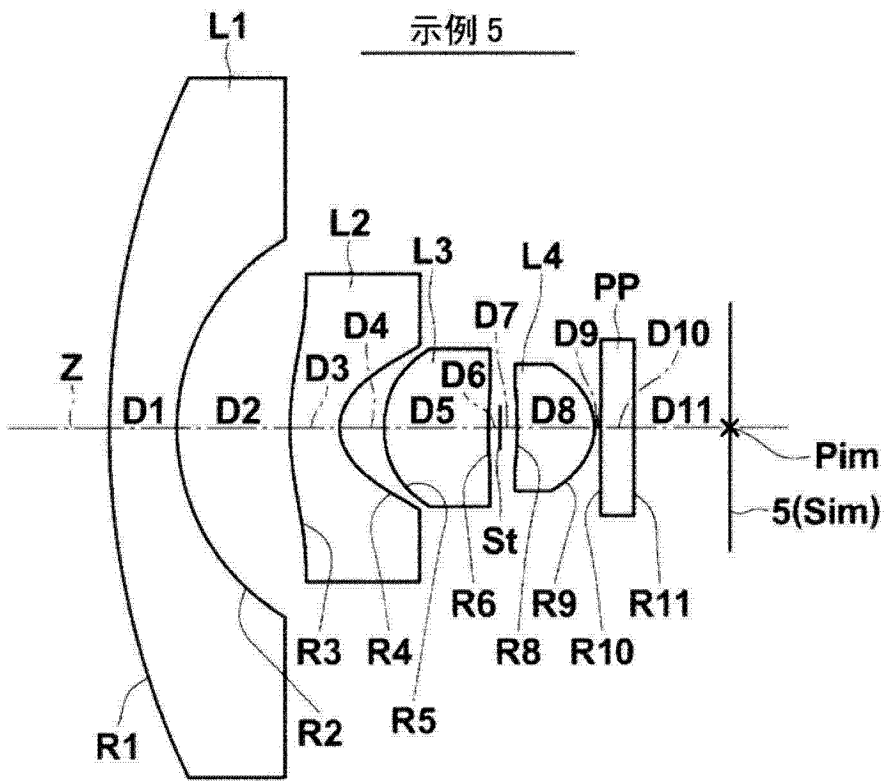


图 8

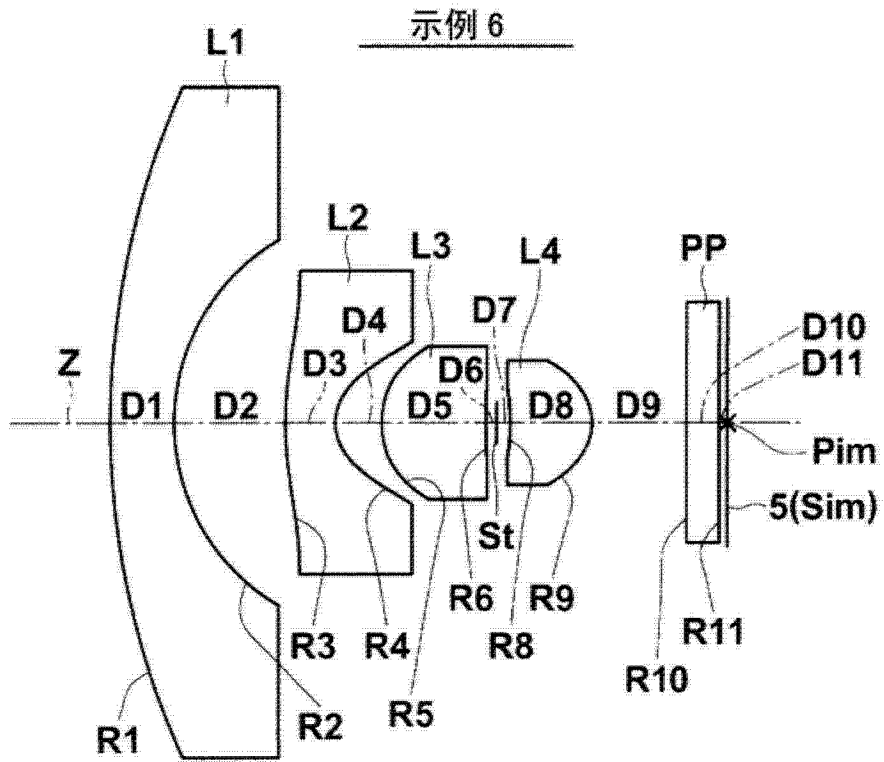


图 9

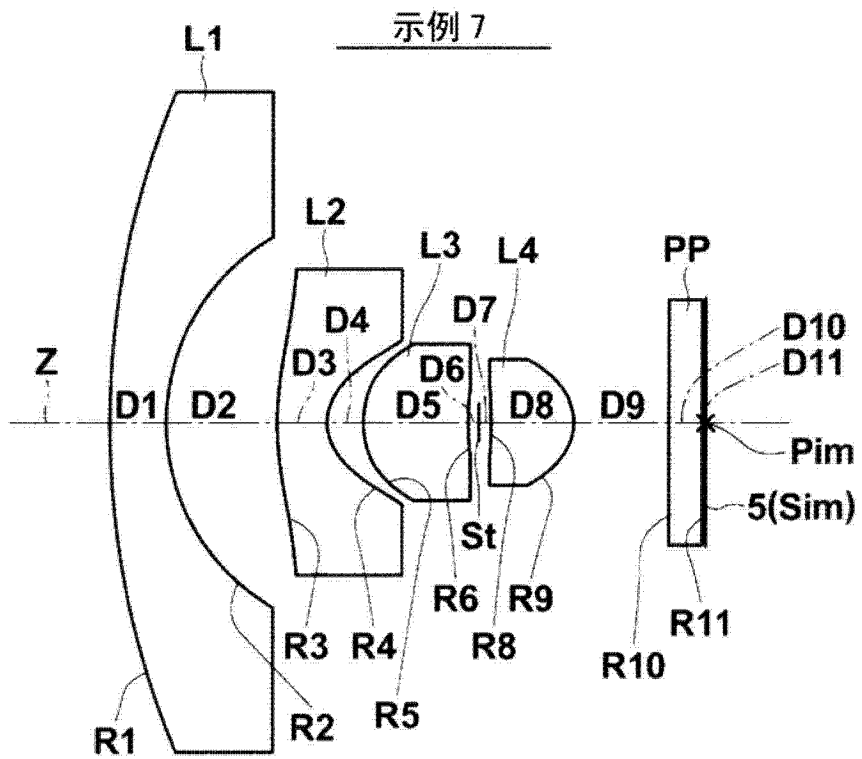


图 10

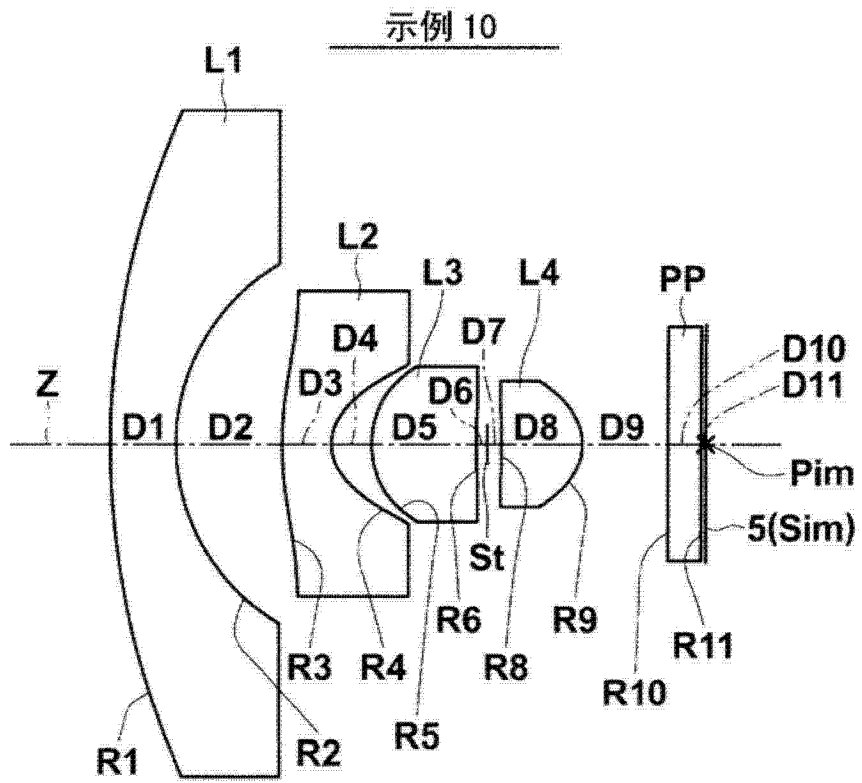


图 13

示例 11

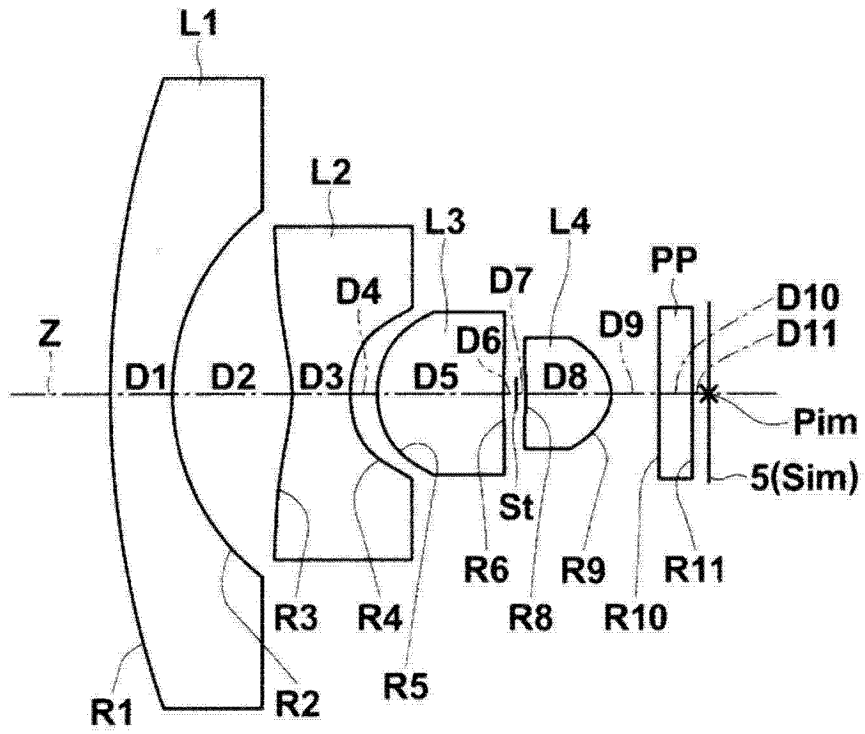


图 14

示例 12

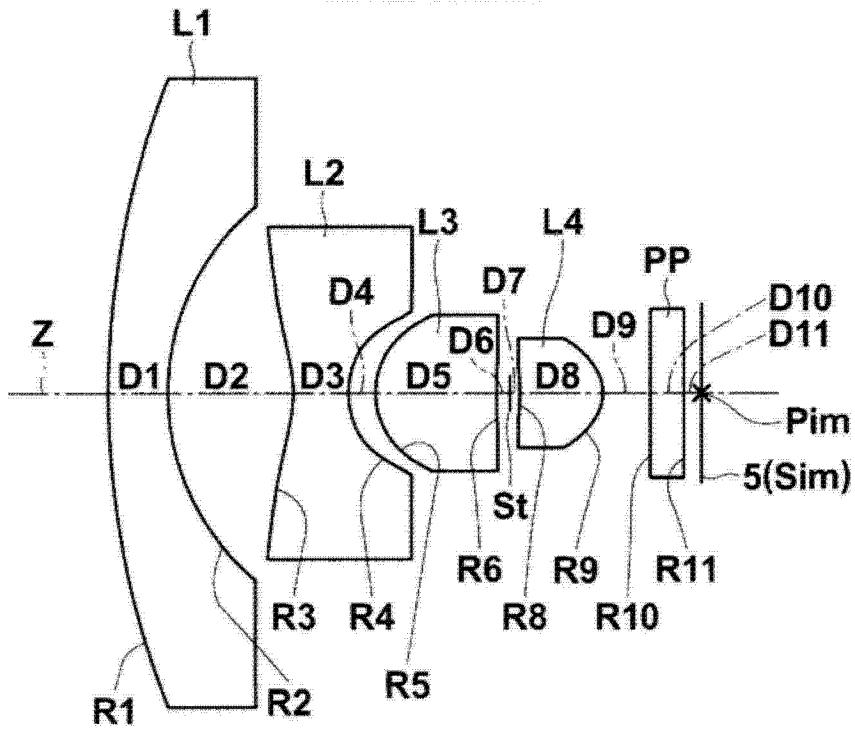


图 15

示例 13

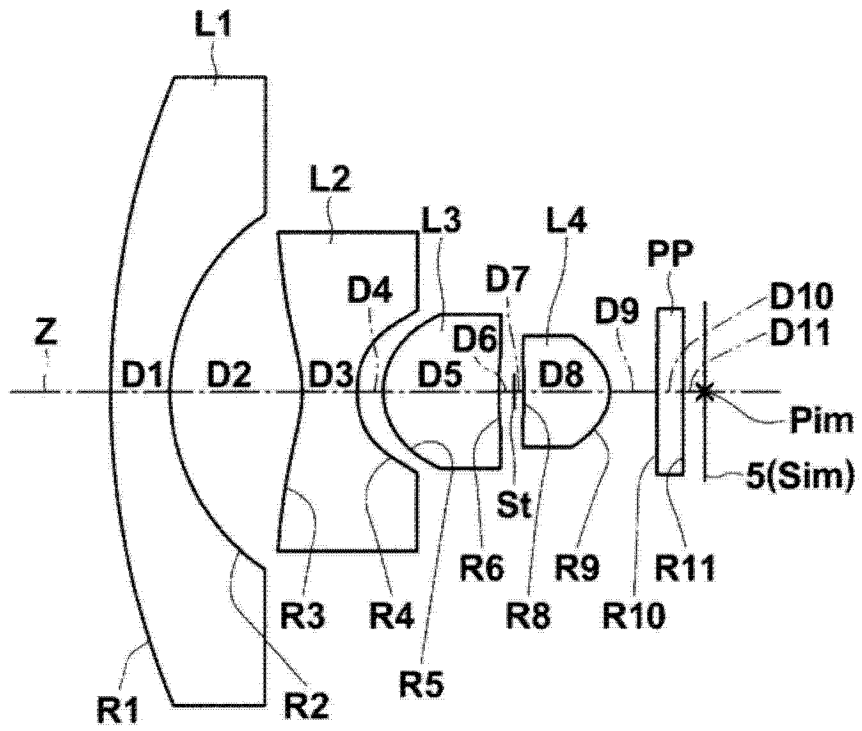


图 16

示例 14

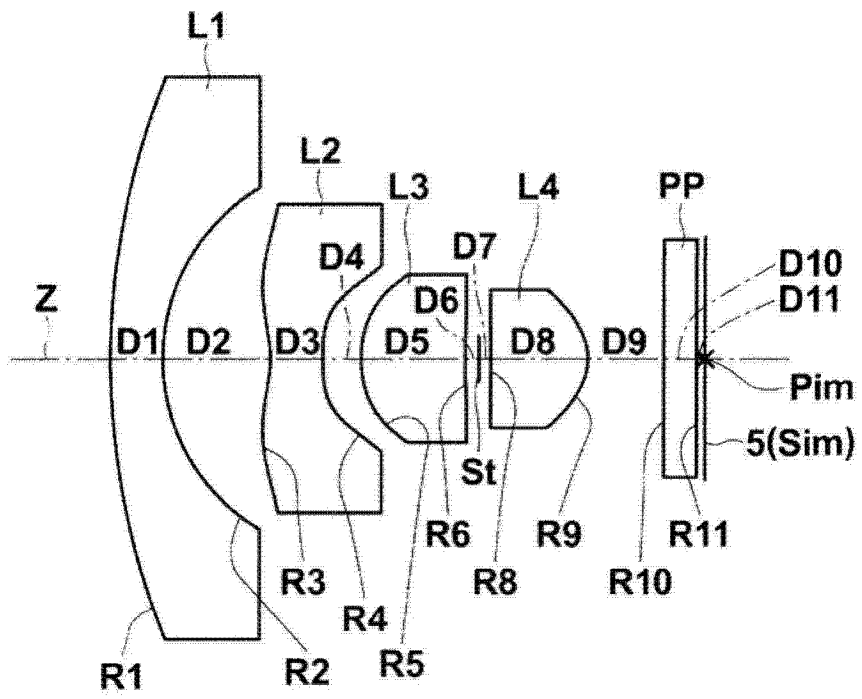


图 17

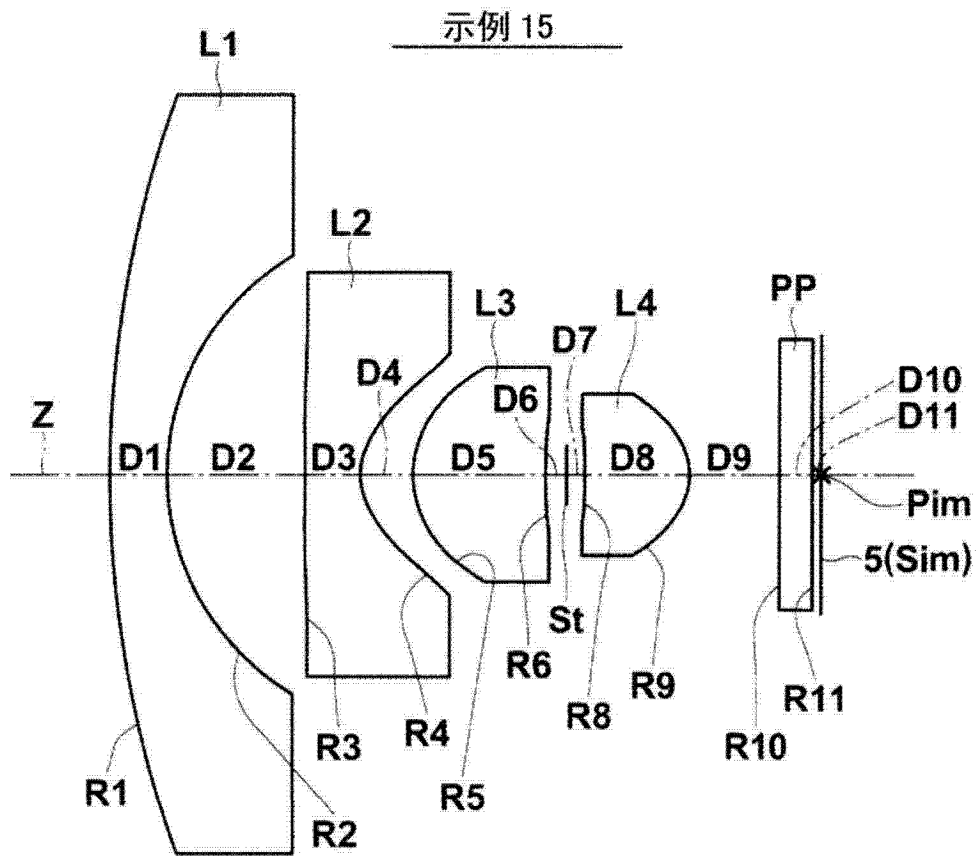


图 18

示例 16

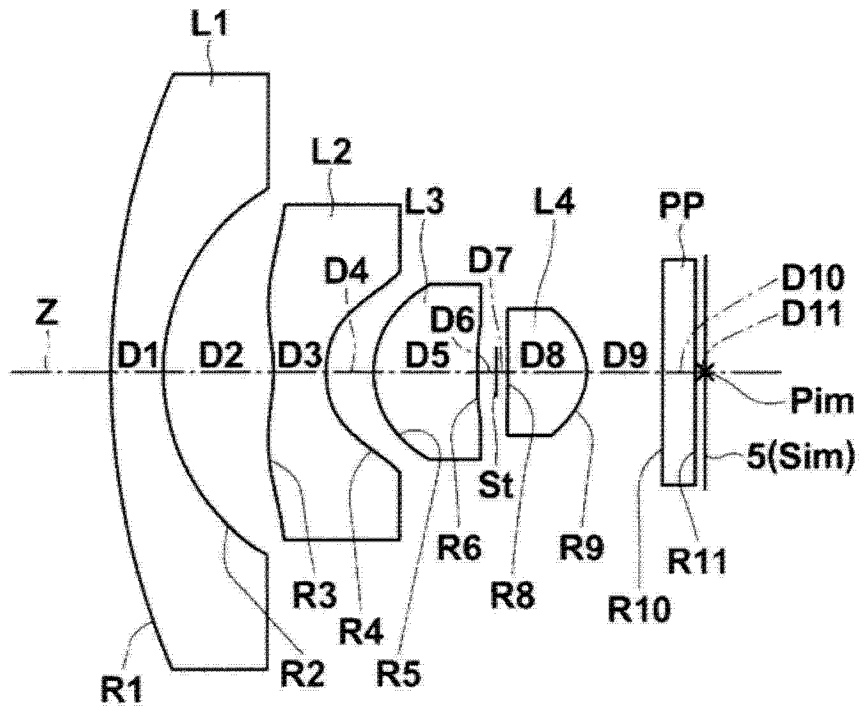


图 19

示例 17

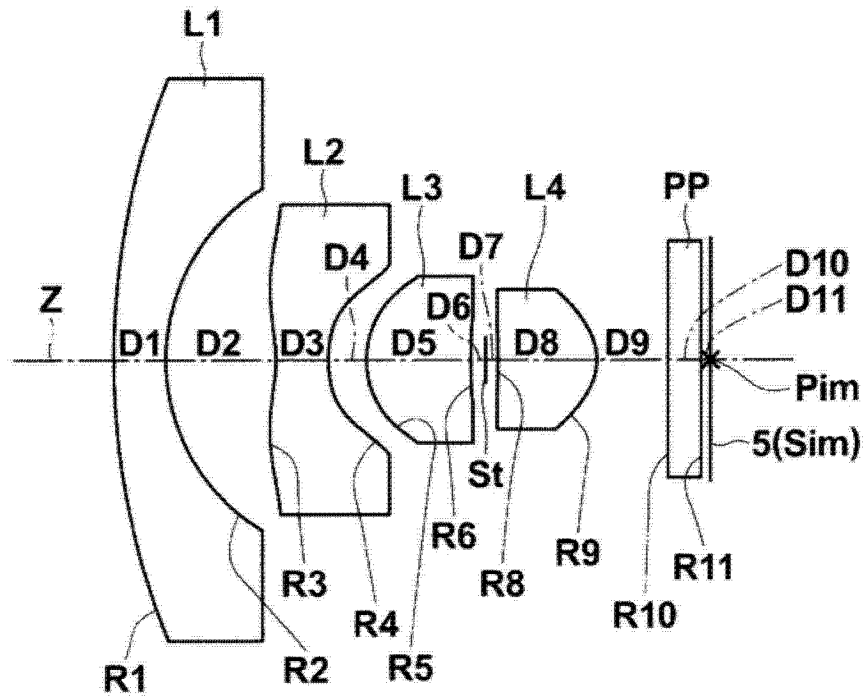


图 20

示例 18

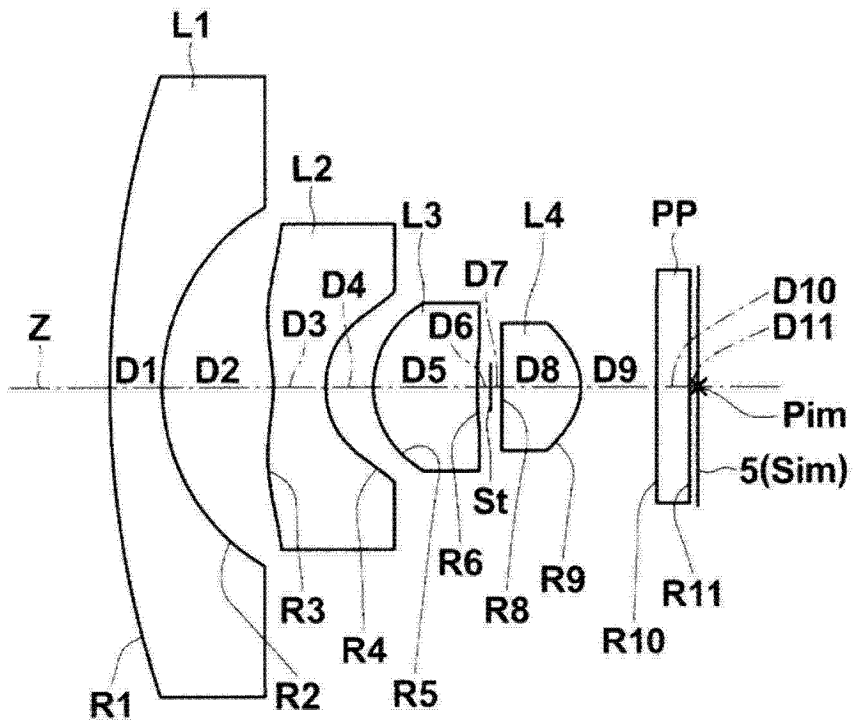


图 21

示例 19

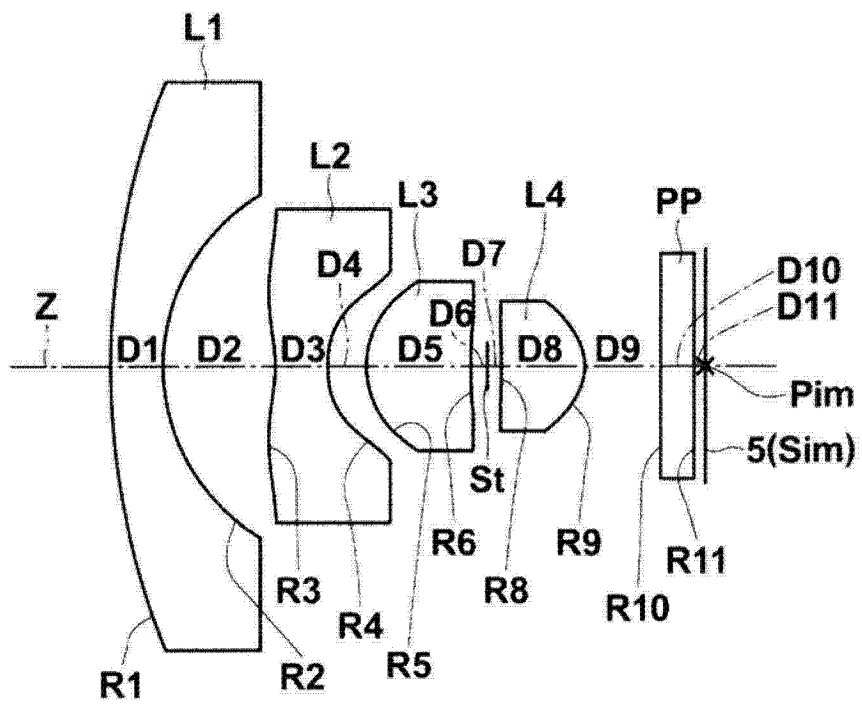


图 22

示例 20

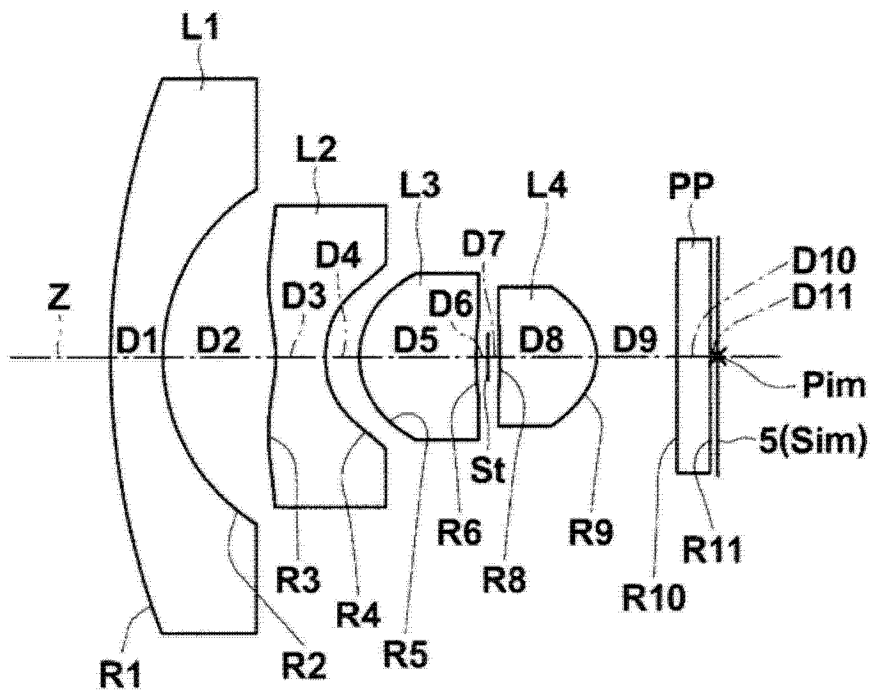


图 23

示例 21

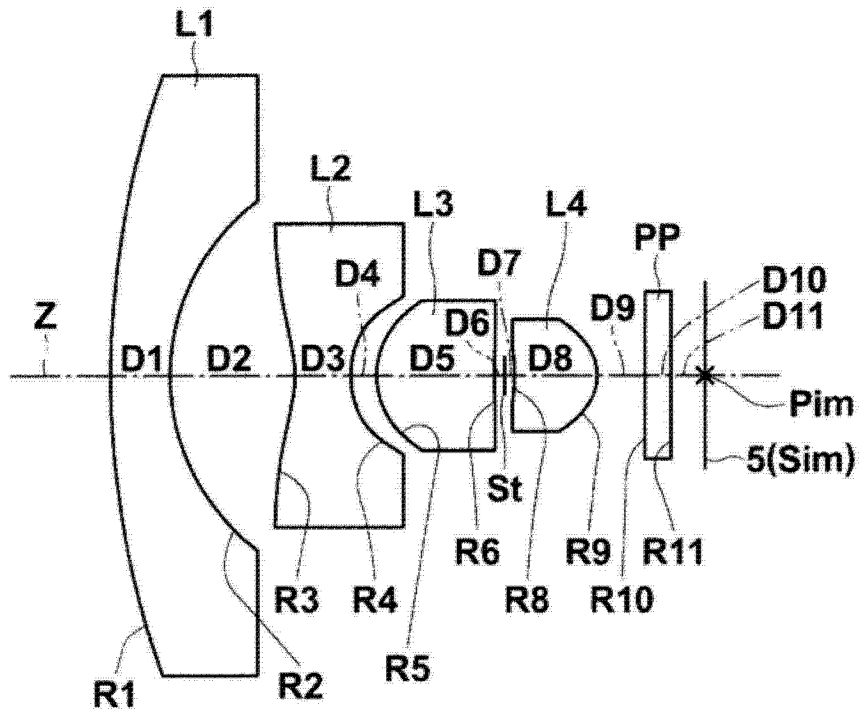


图 24

示例 22

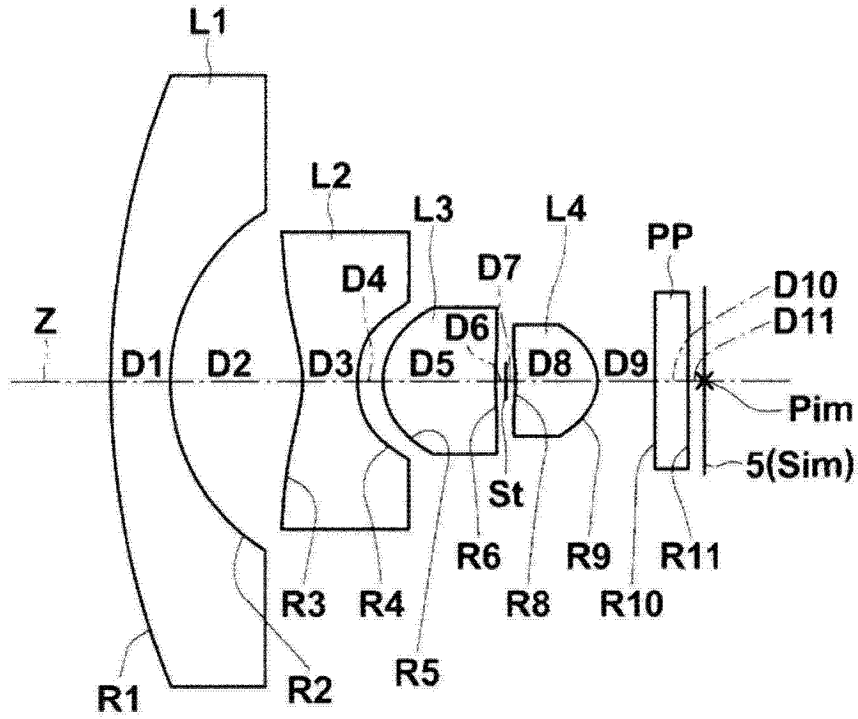


图 25

示例 23

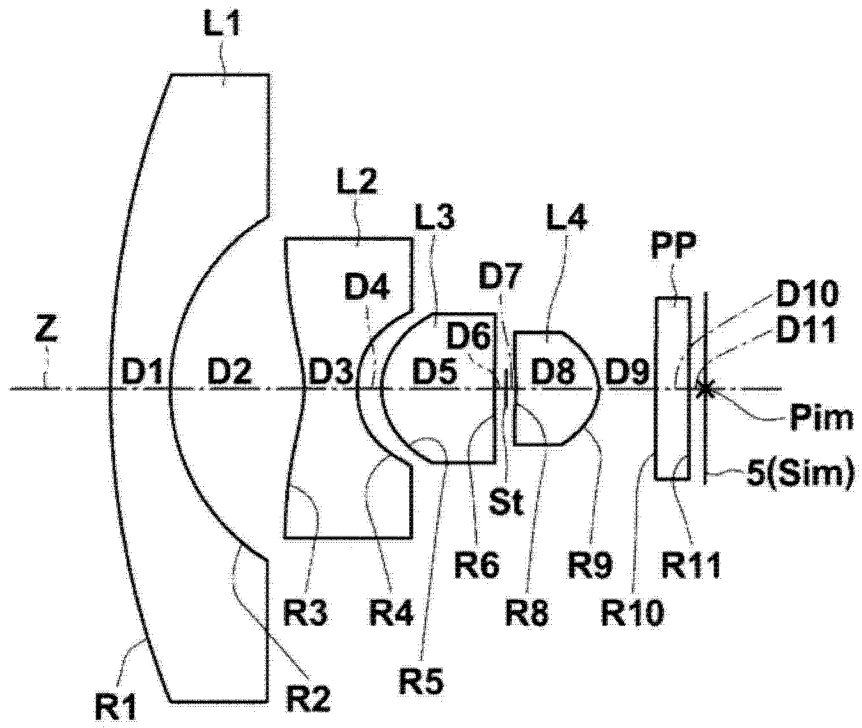


图 26

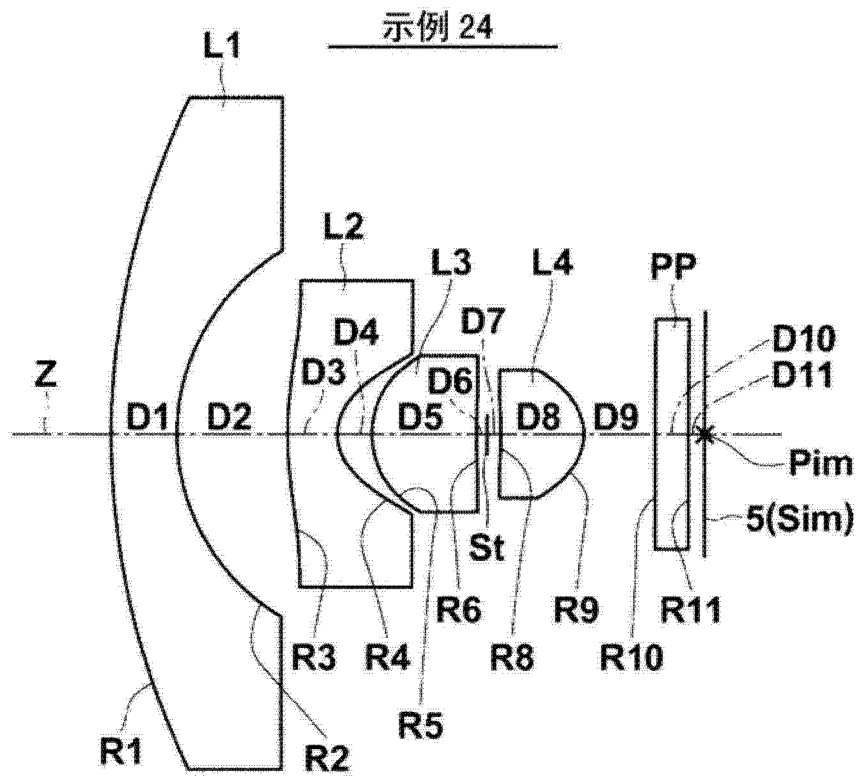


图 27

示例 25

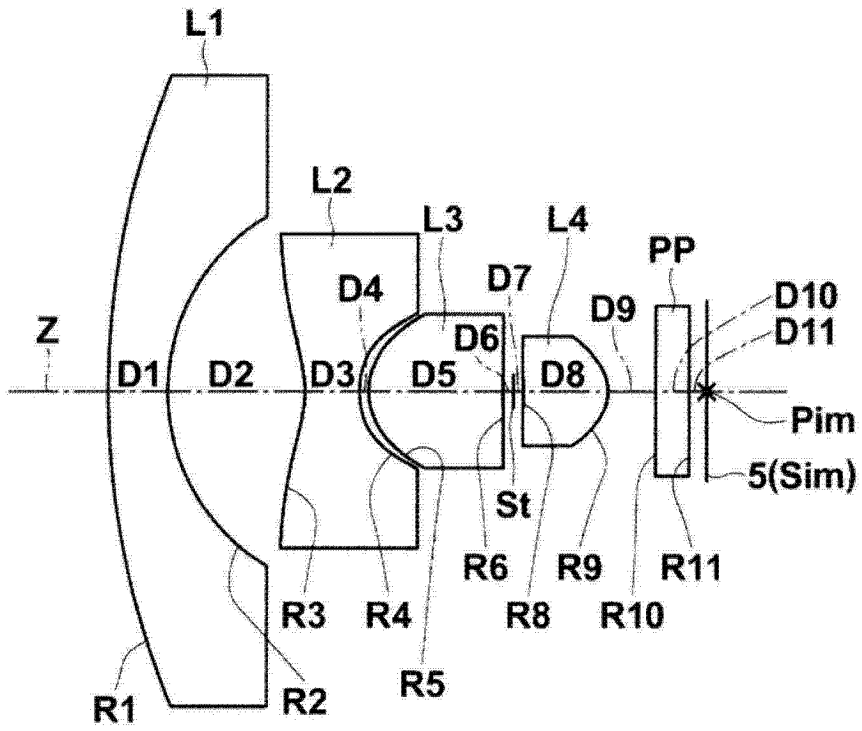


图 28

示例 26

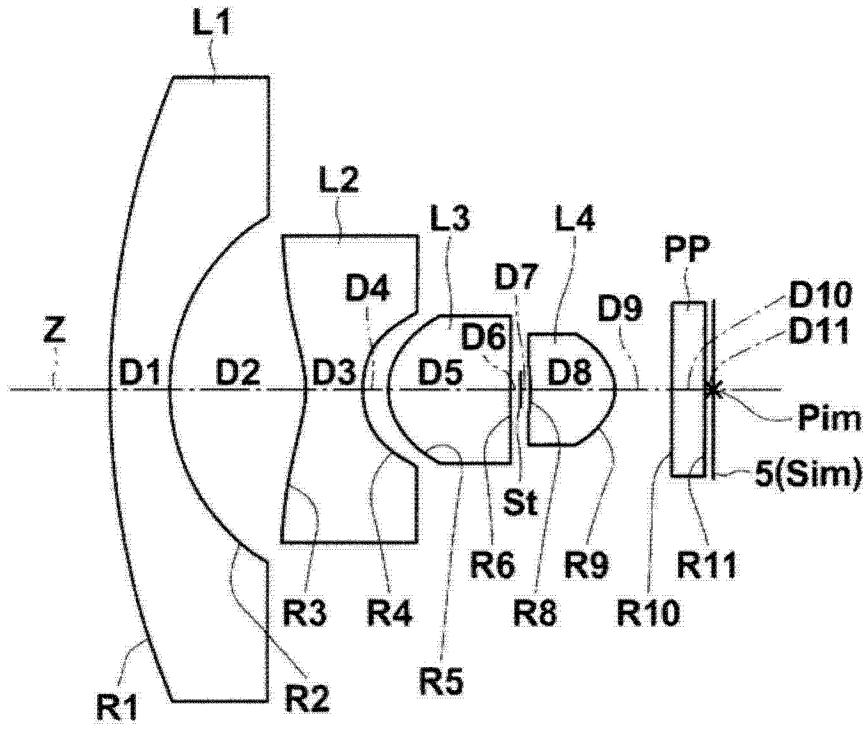


图 29

示例 27

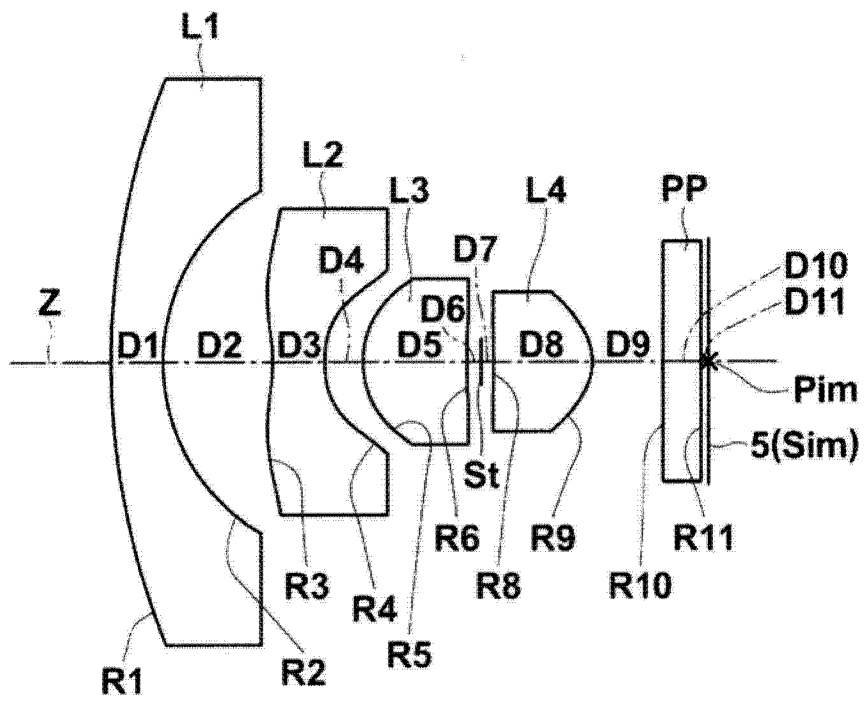


图 30

示例 28

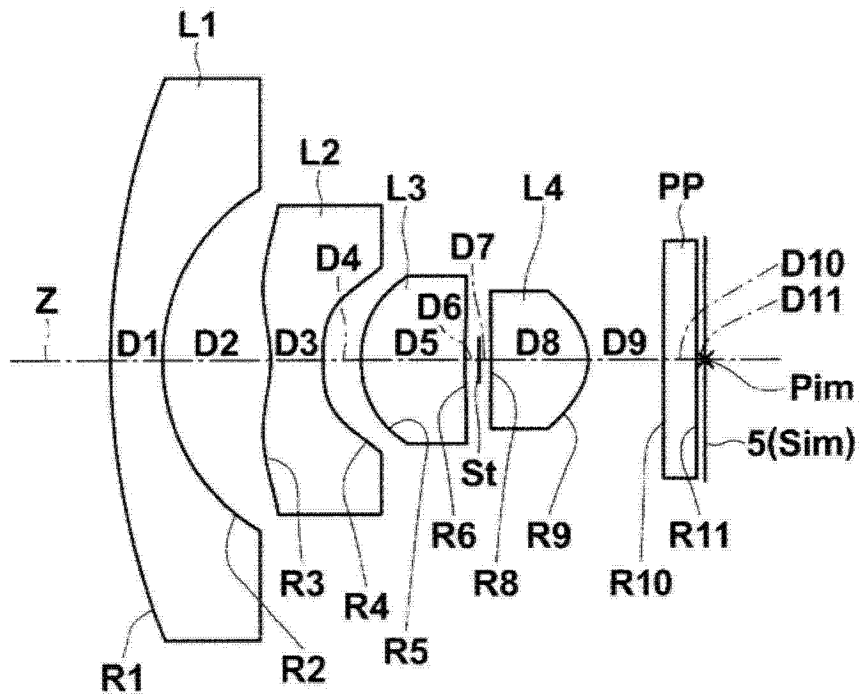


图 31

示例 1

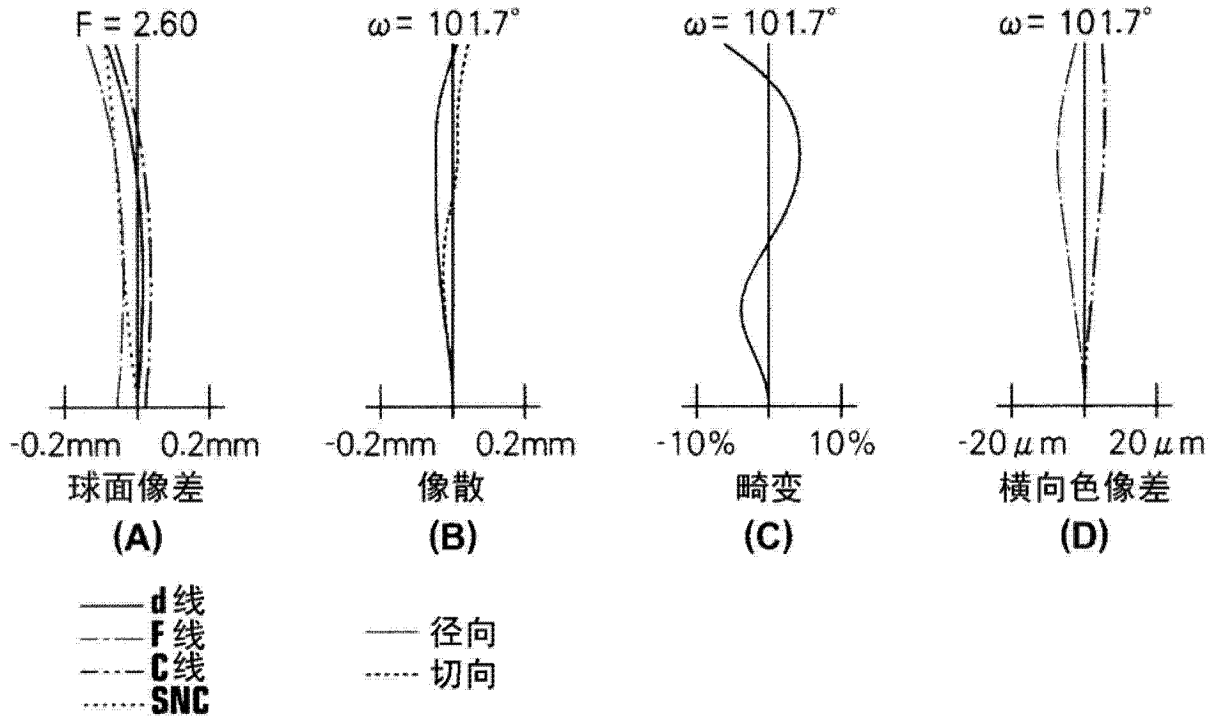


图 32

示例 2

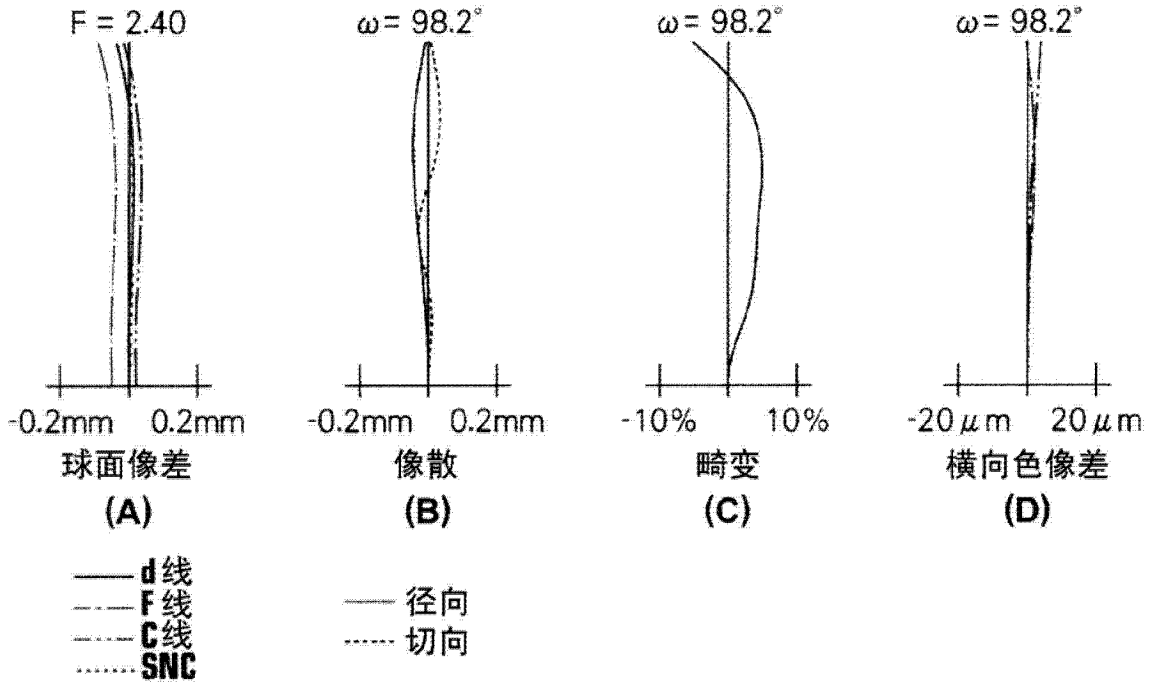


图 33

示例 3

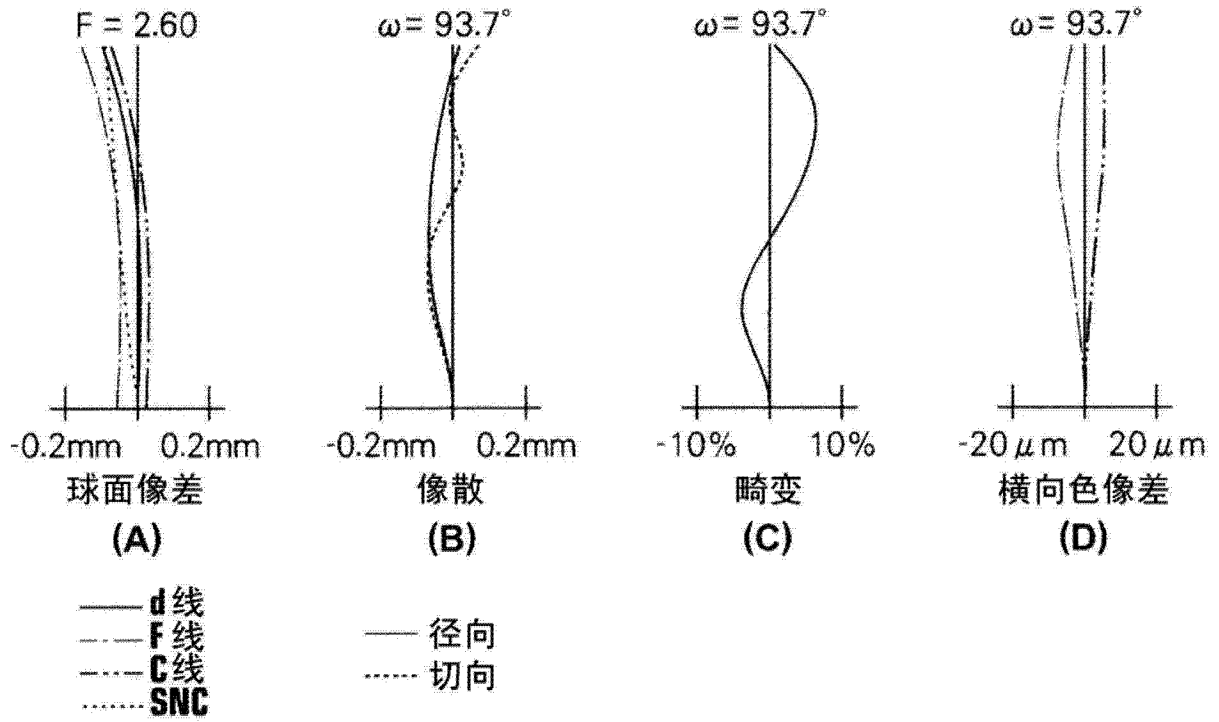


图 34

示例 4

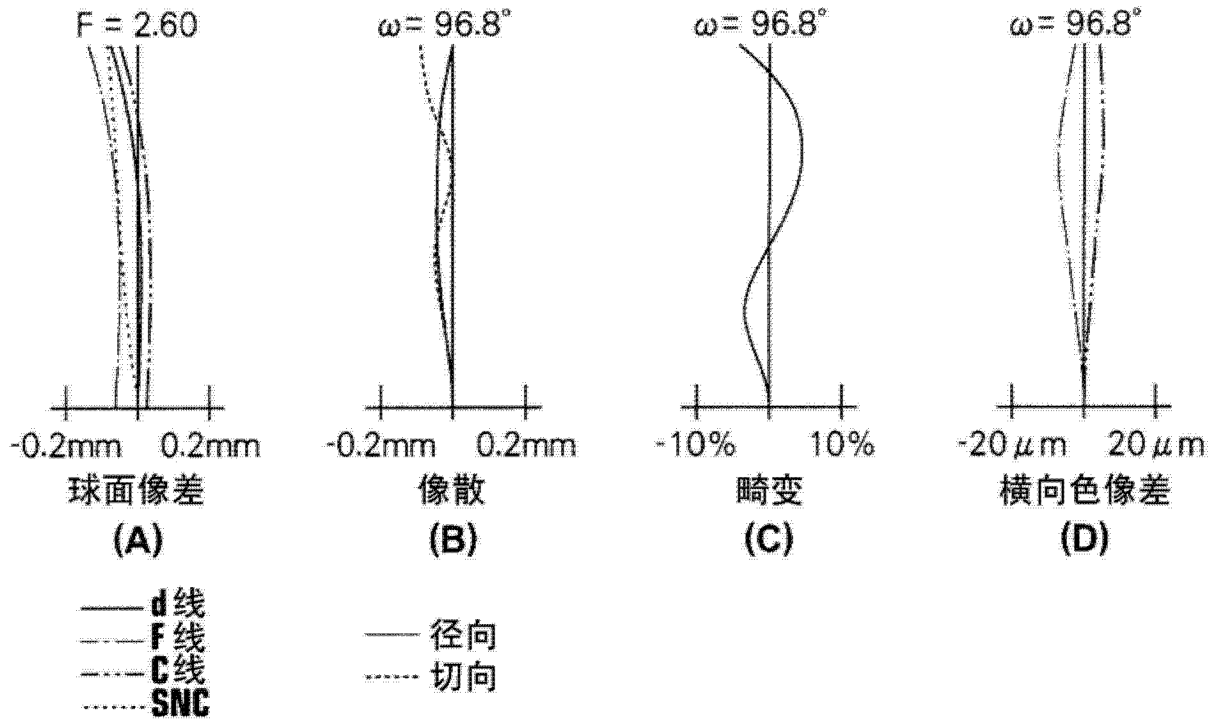


图 35

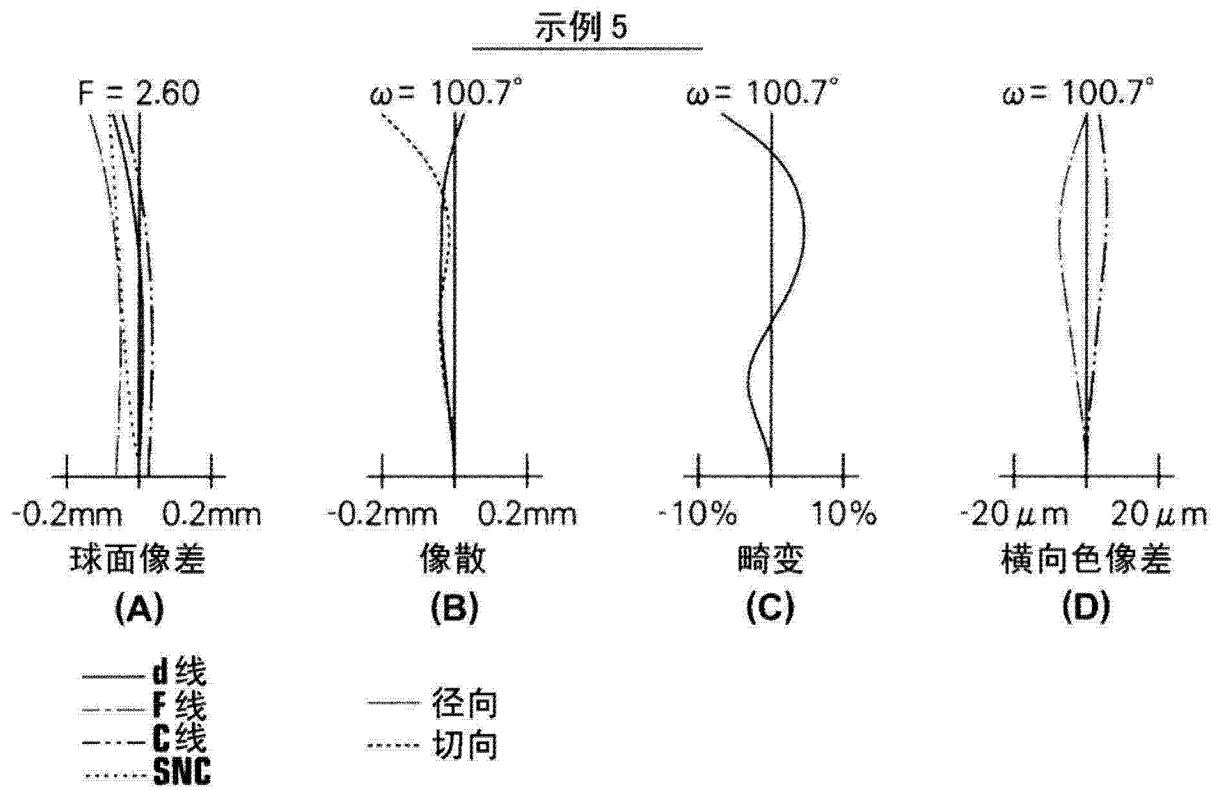


图 36

示例 6

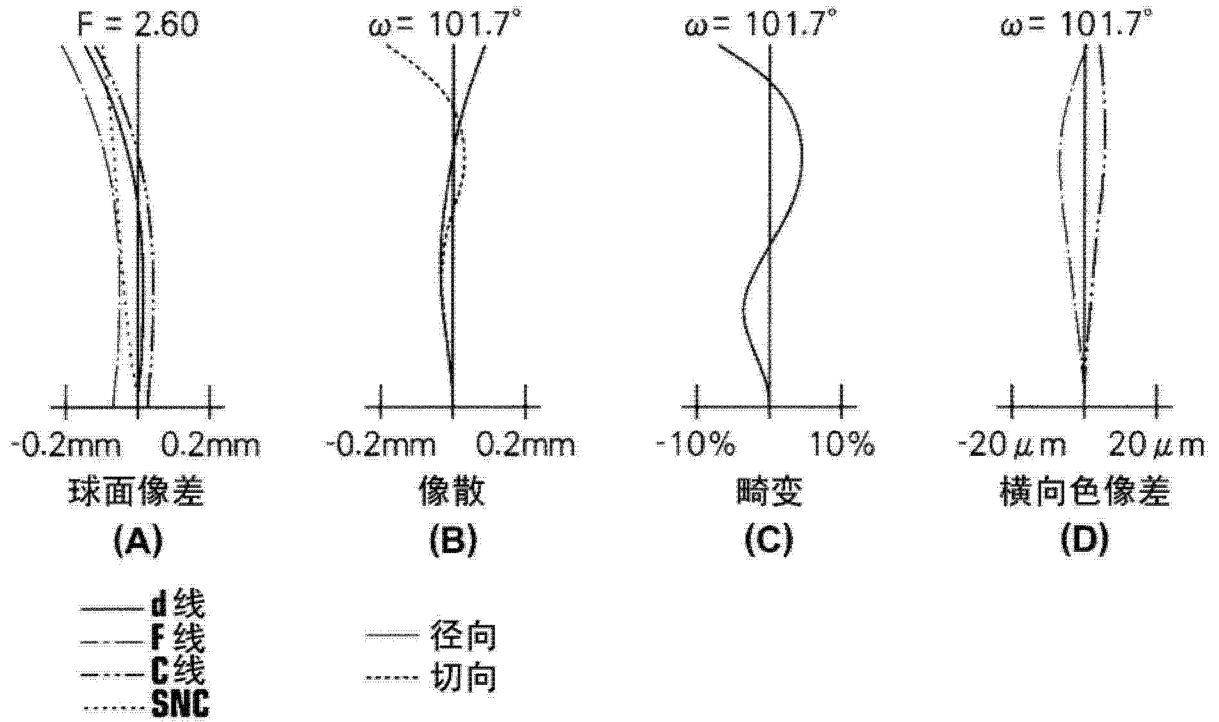


图 37

示例 7

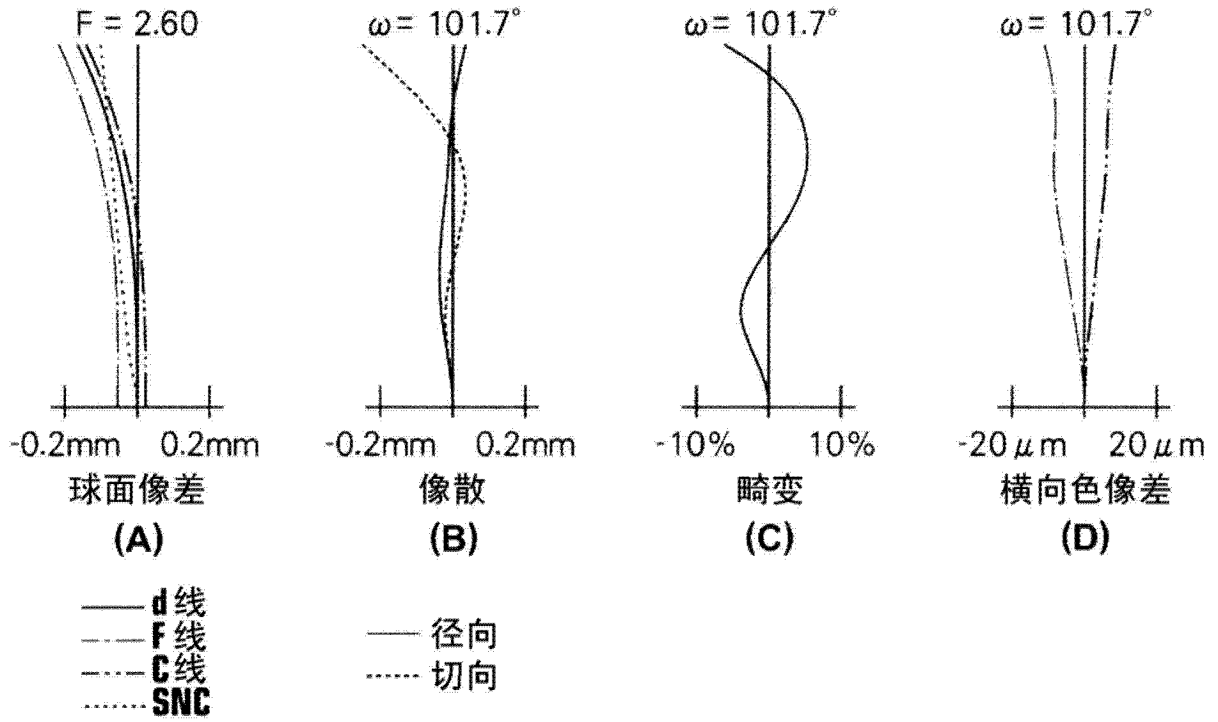


图 38

示例 8

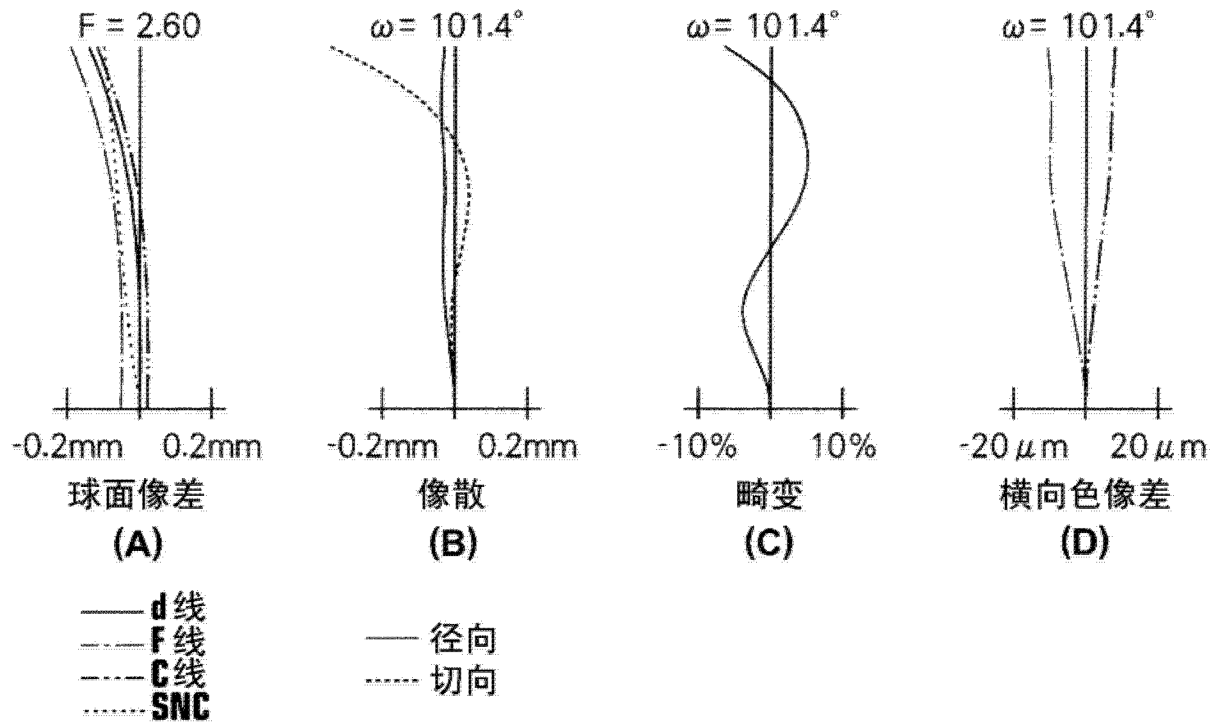


图 39

示例 9

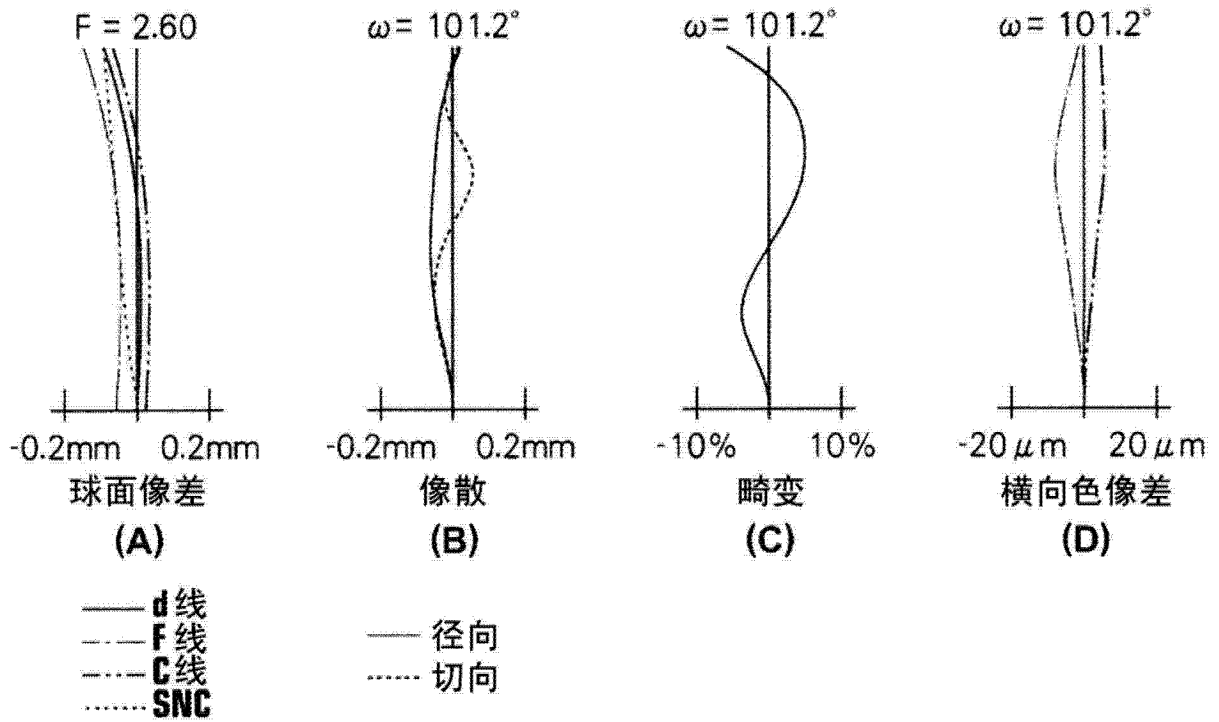


图 40

示例 10

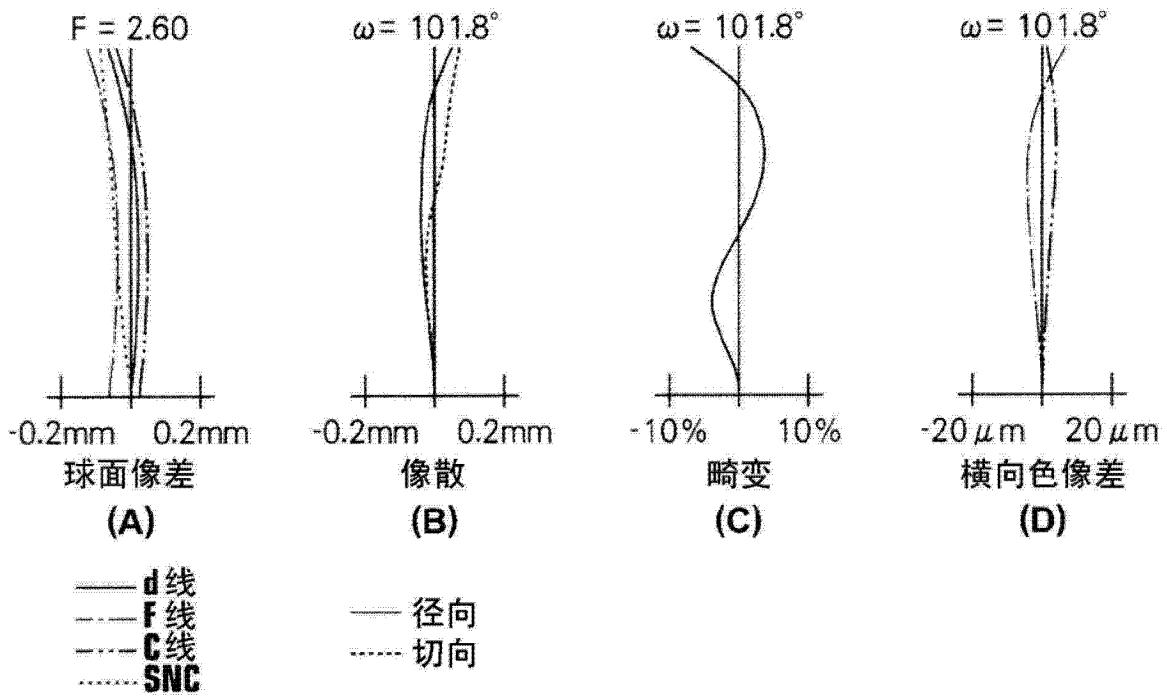


图 41

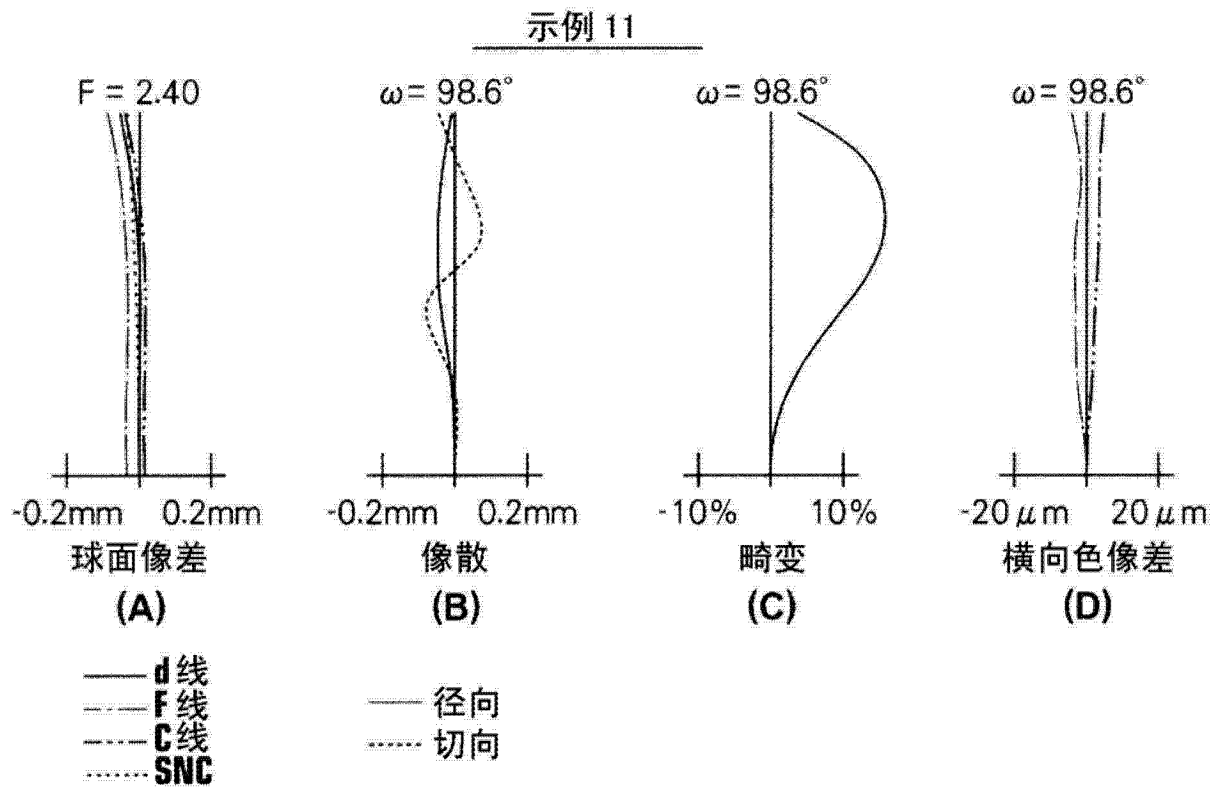


图 42

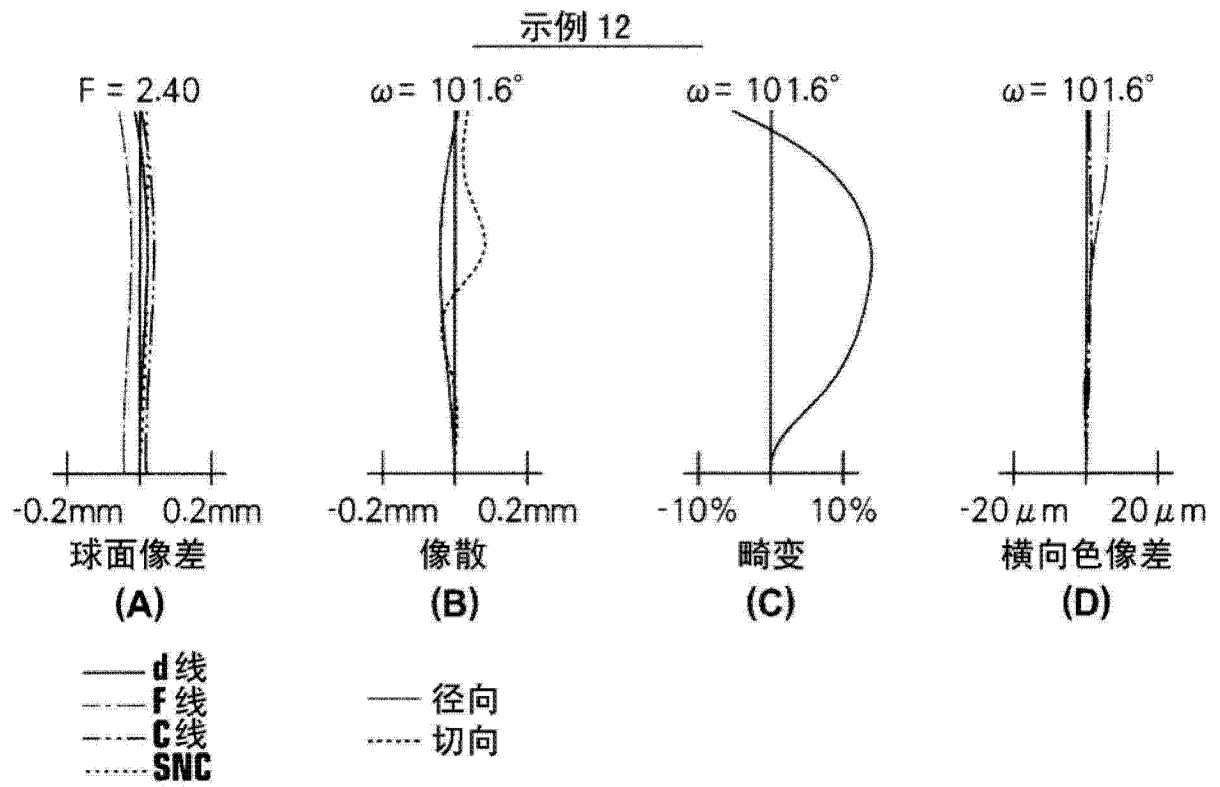


图 43

示例 13

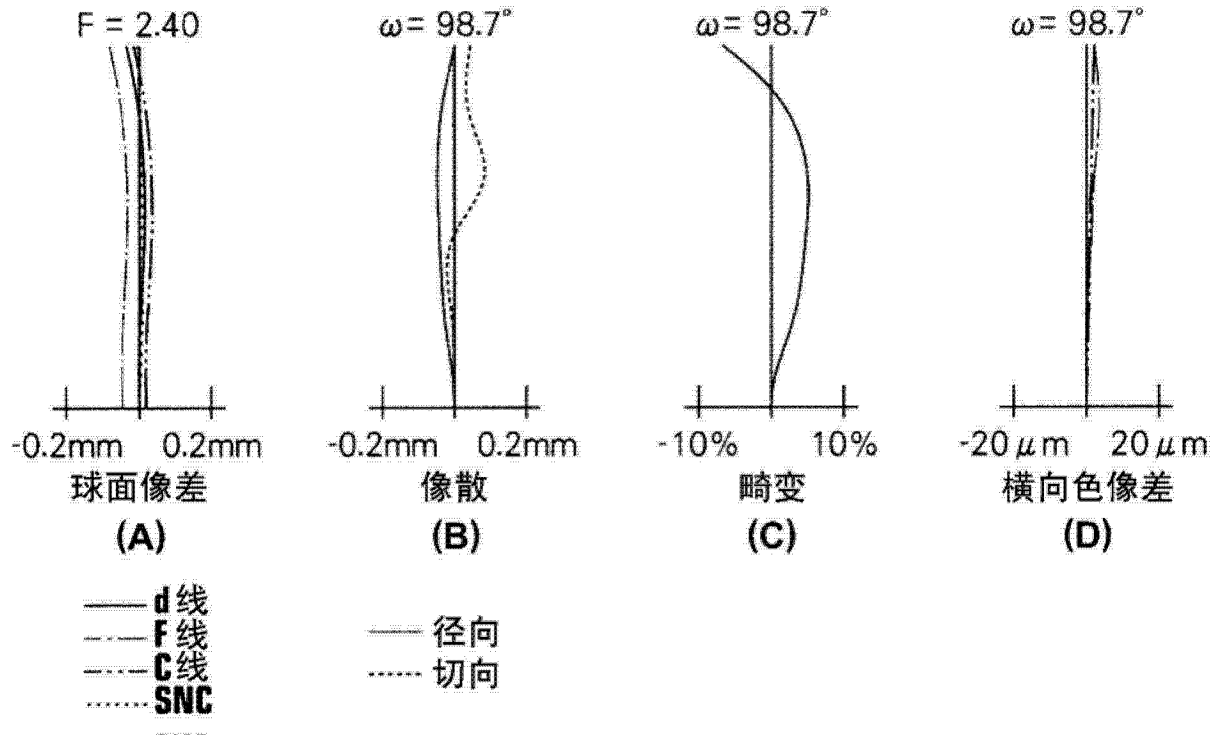


图 44

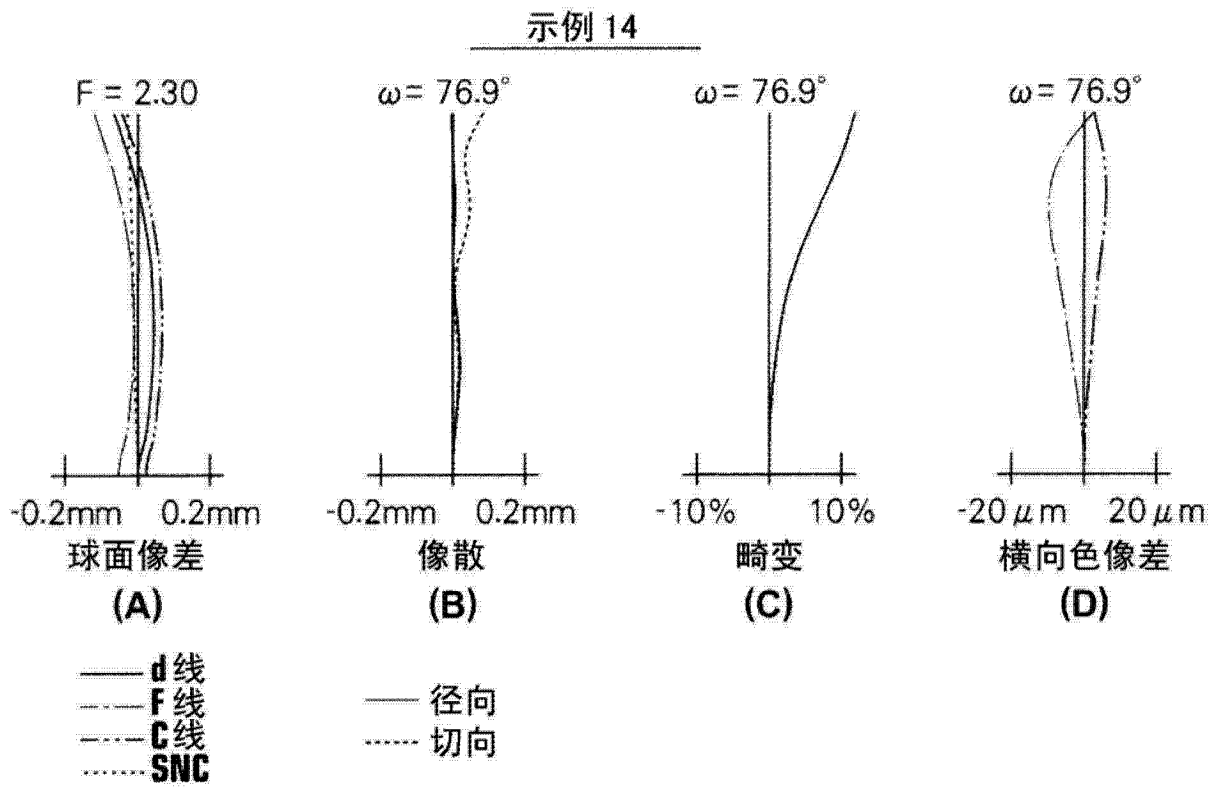


图 45

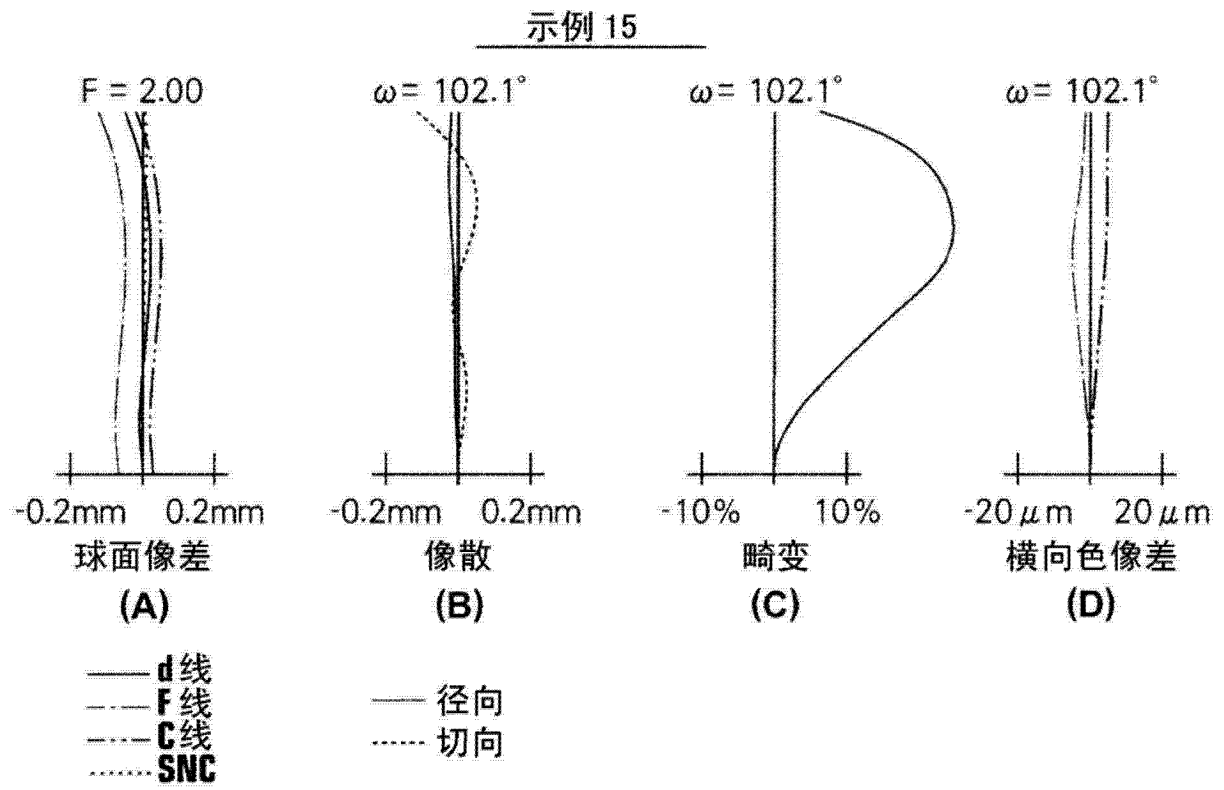


图 46

示例 16

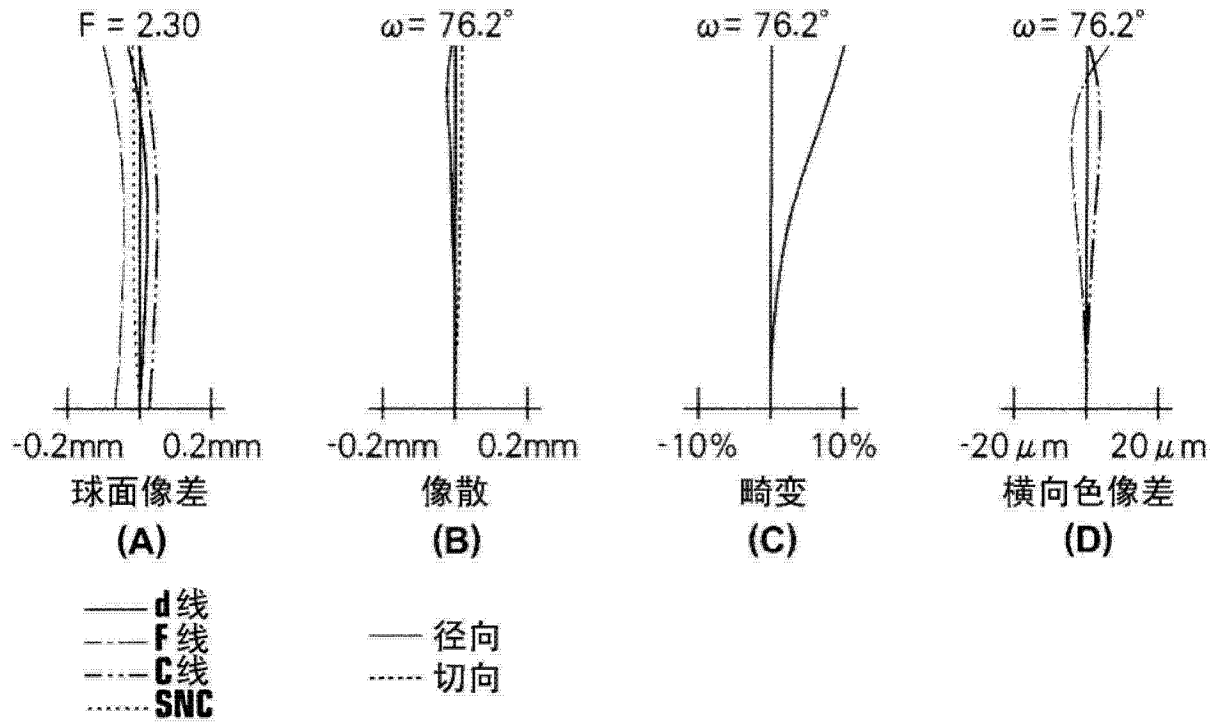


图 47

示例 17

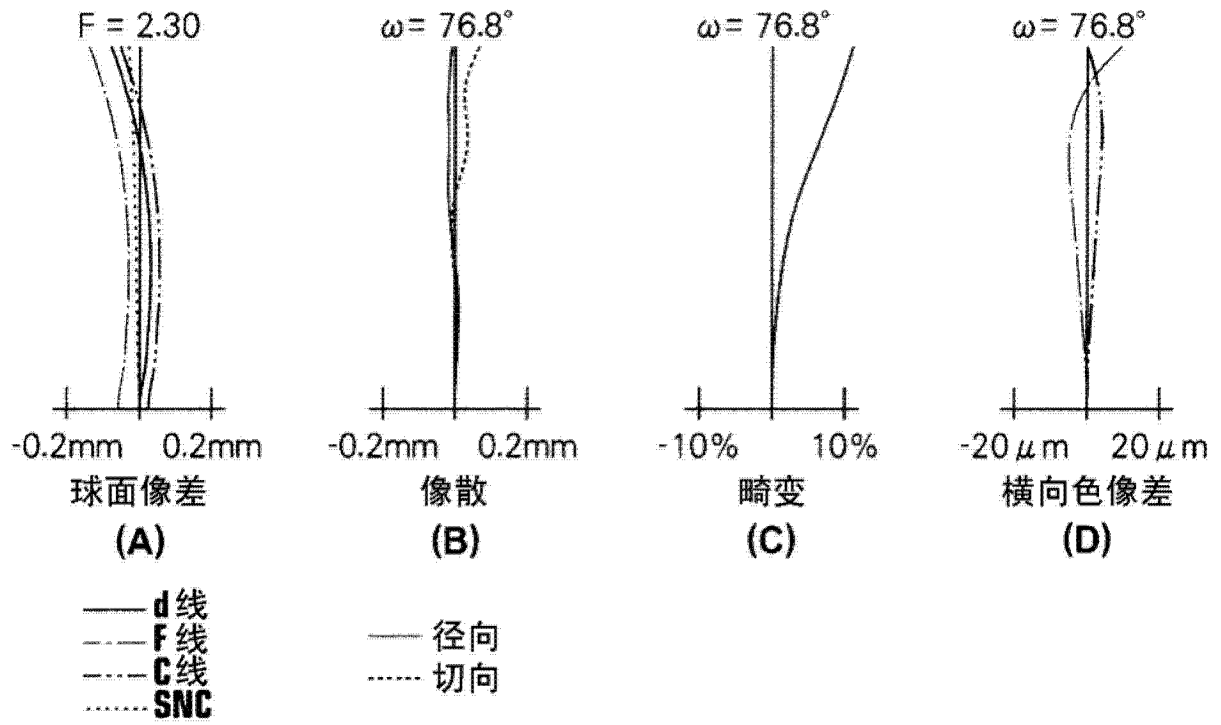


图 48

示例 18

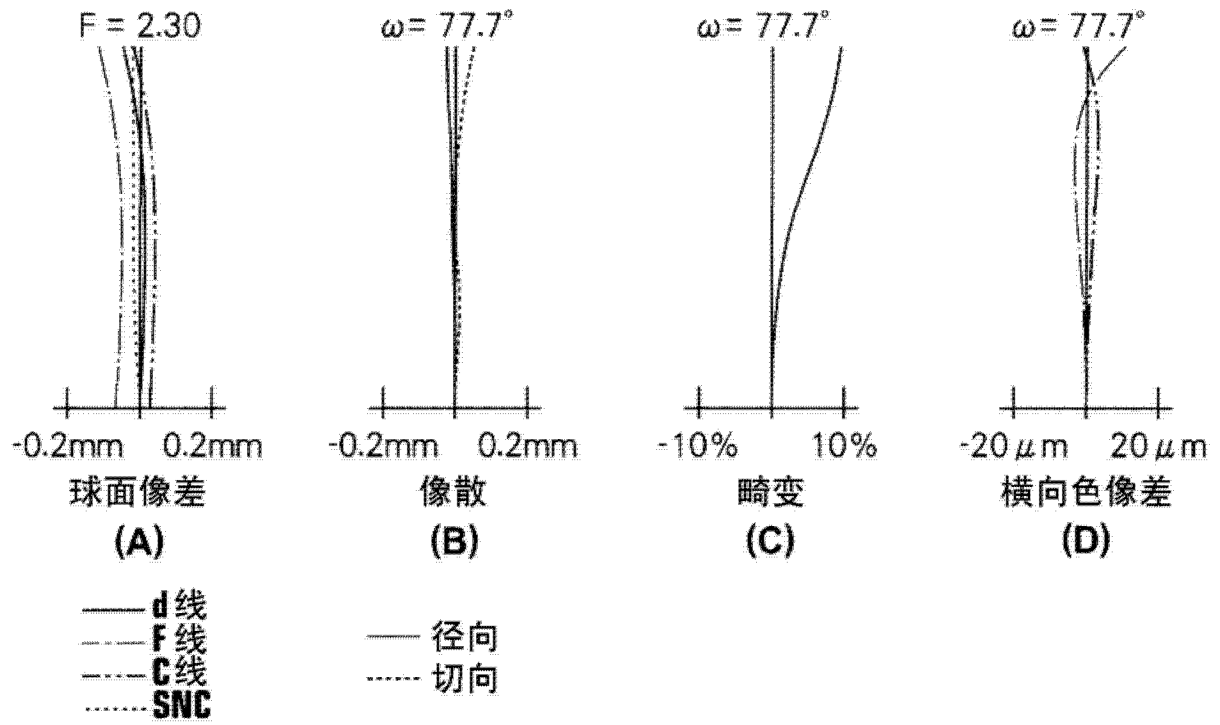


图 49

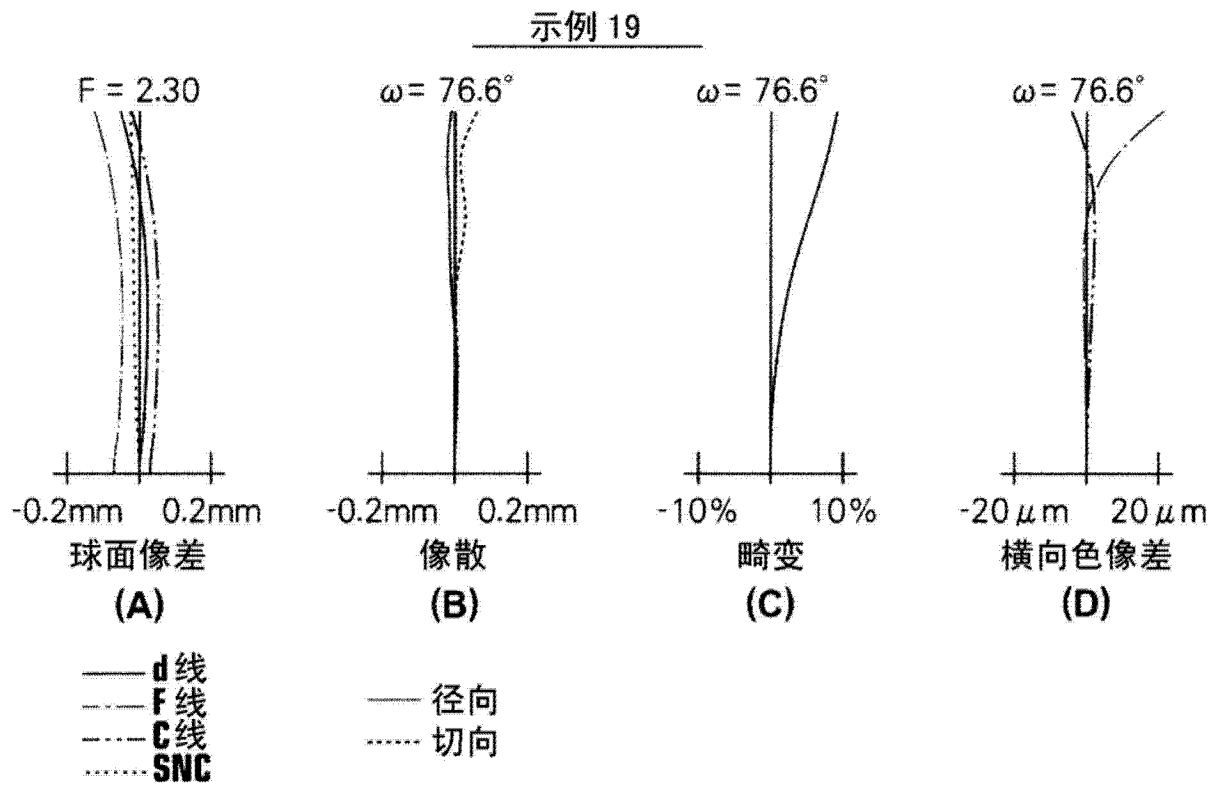


图 50

示例 20

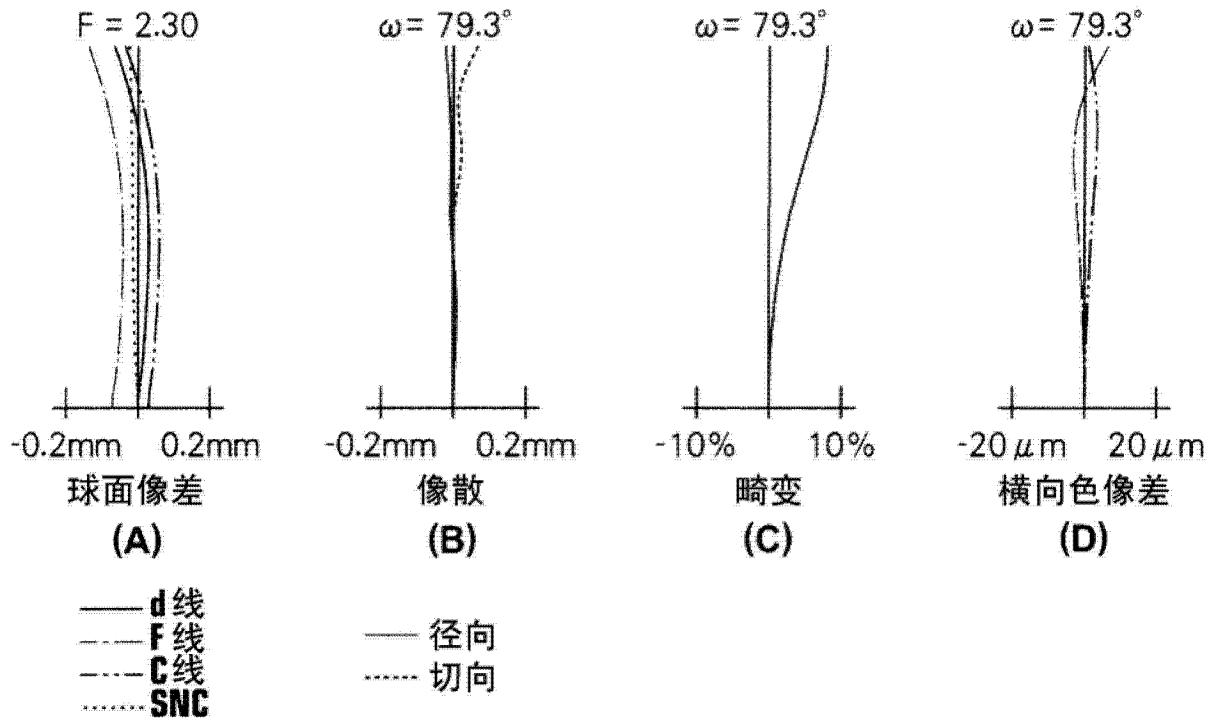


图 51

示例 21

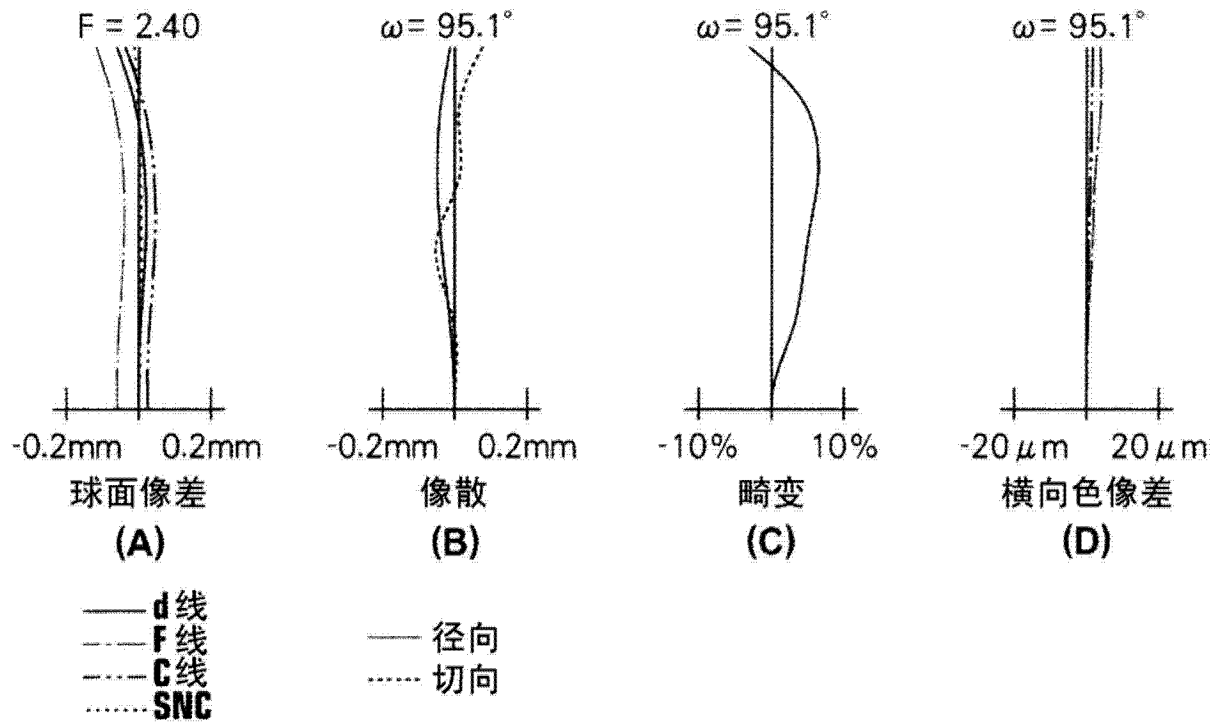


图 52

示例 22

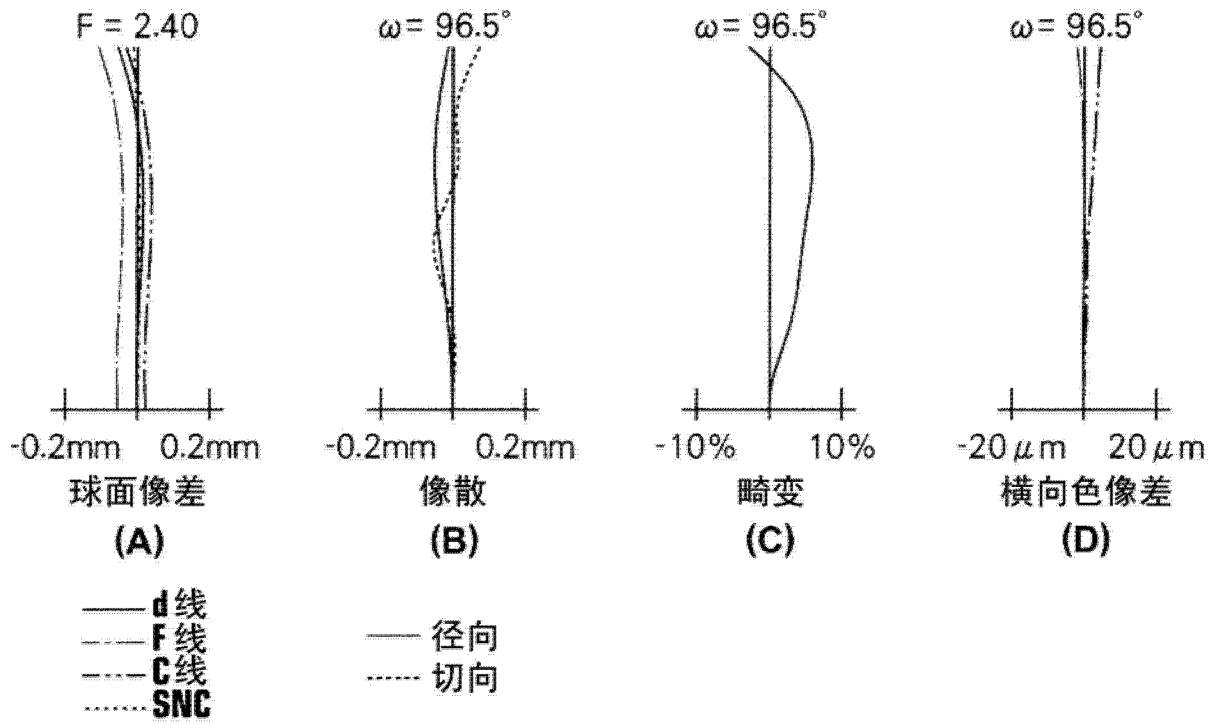


图 53

示例 23

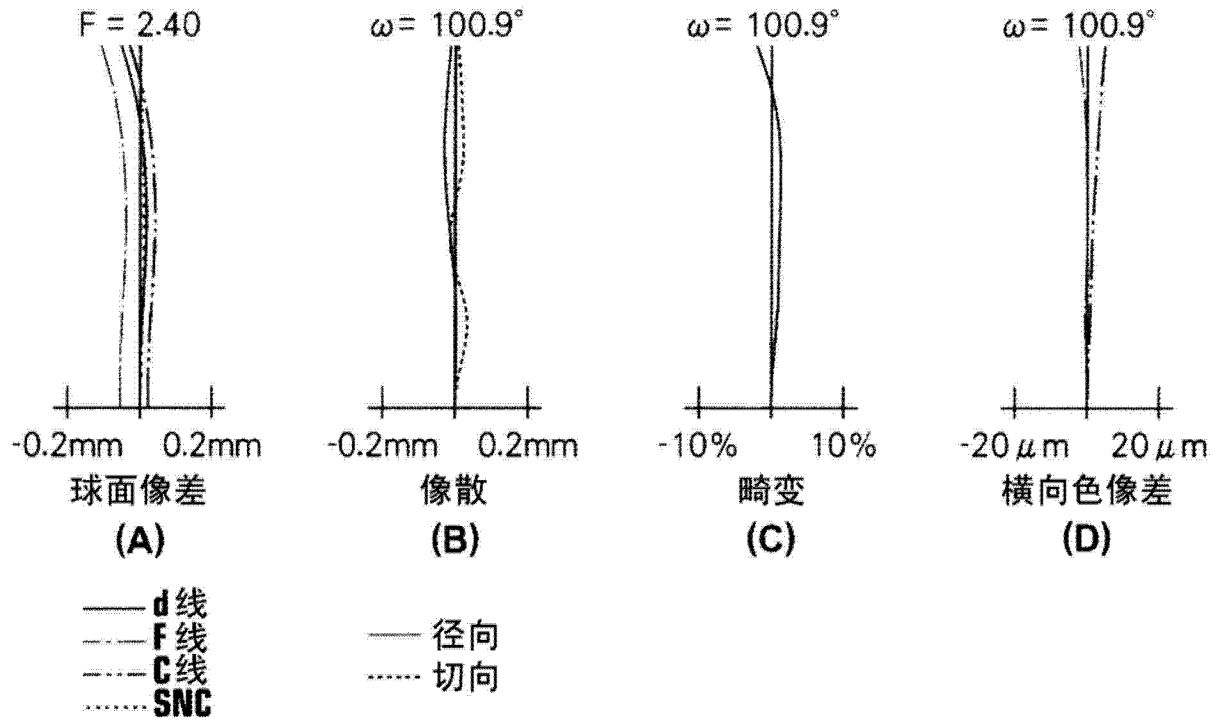


图 54

示例 24

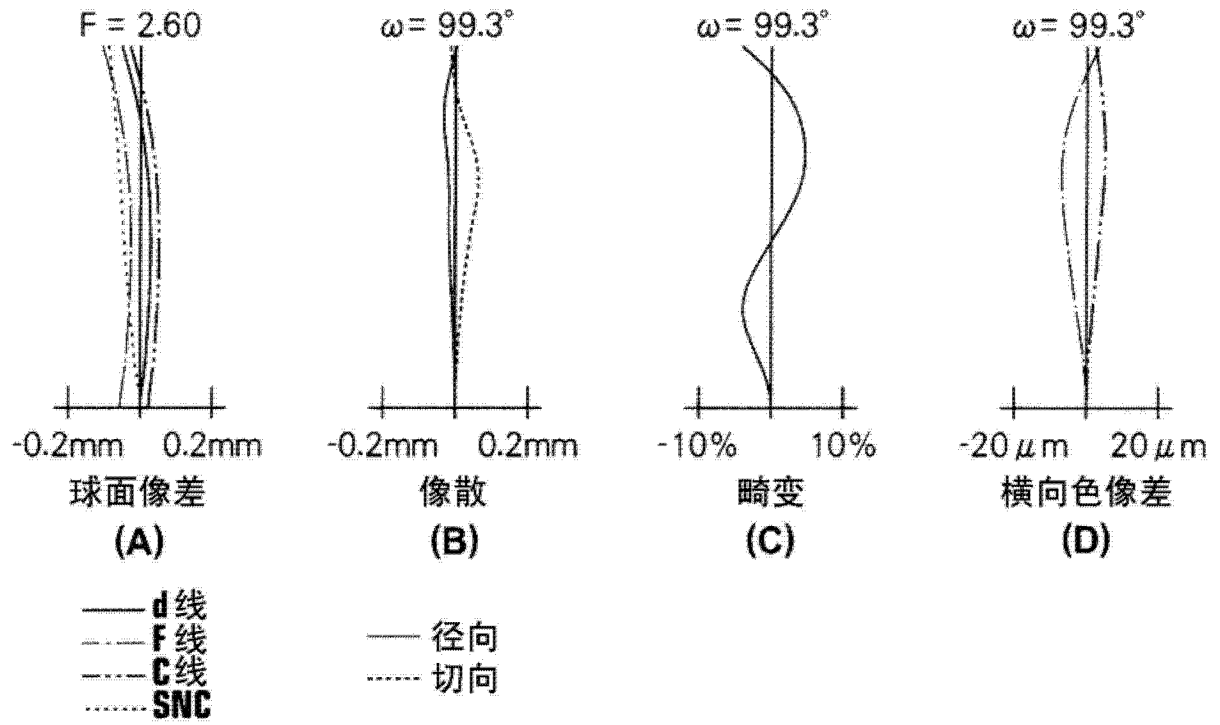


图 55

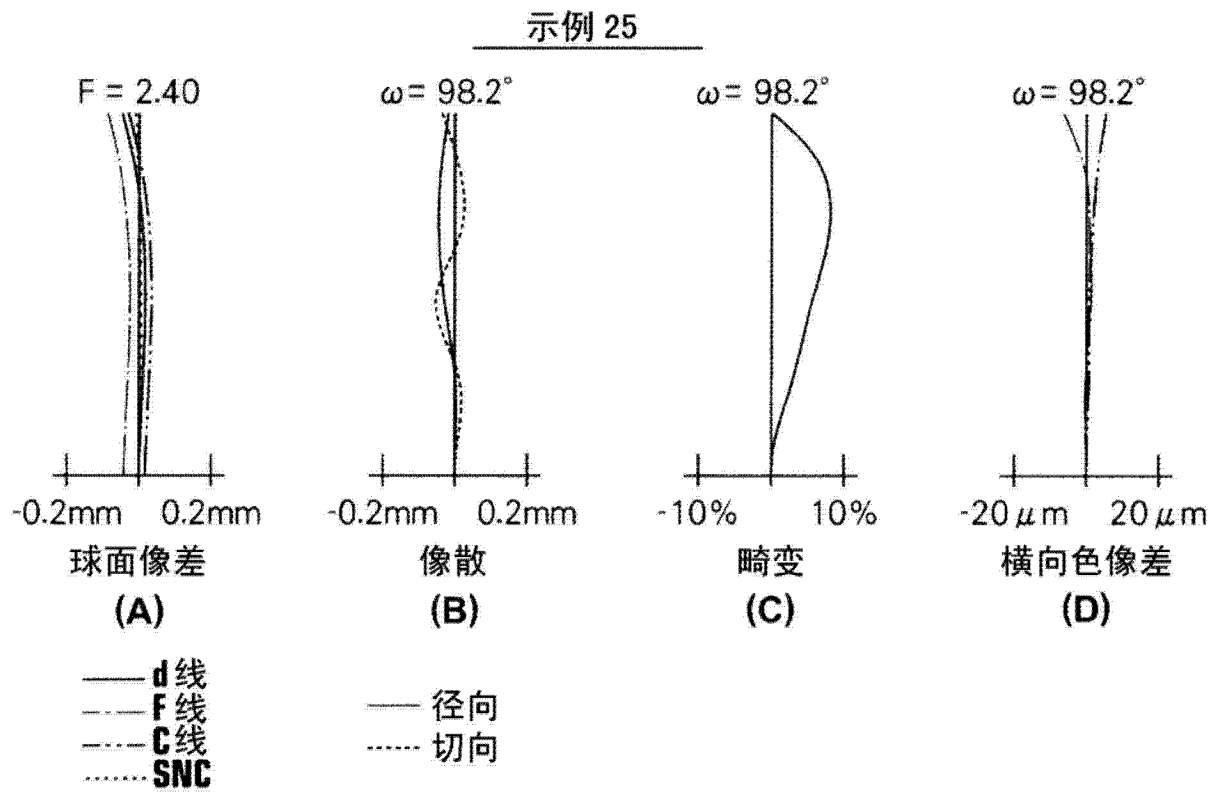


图 56

示例 26

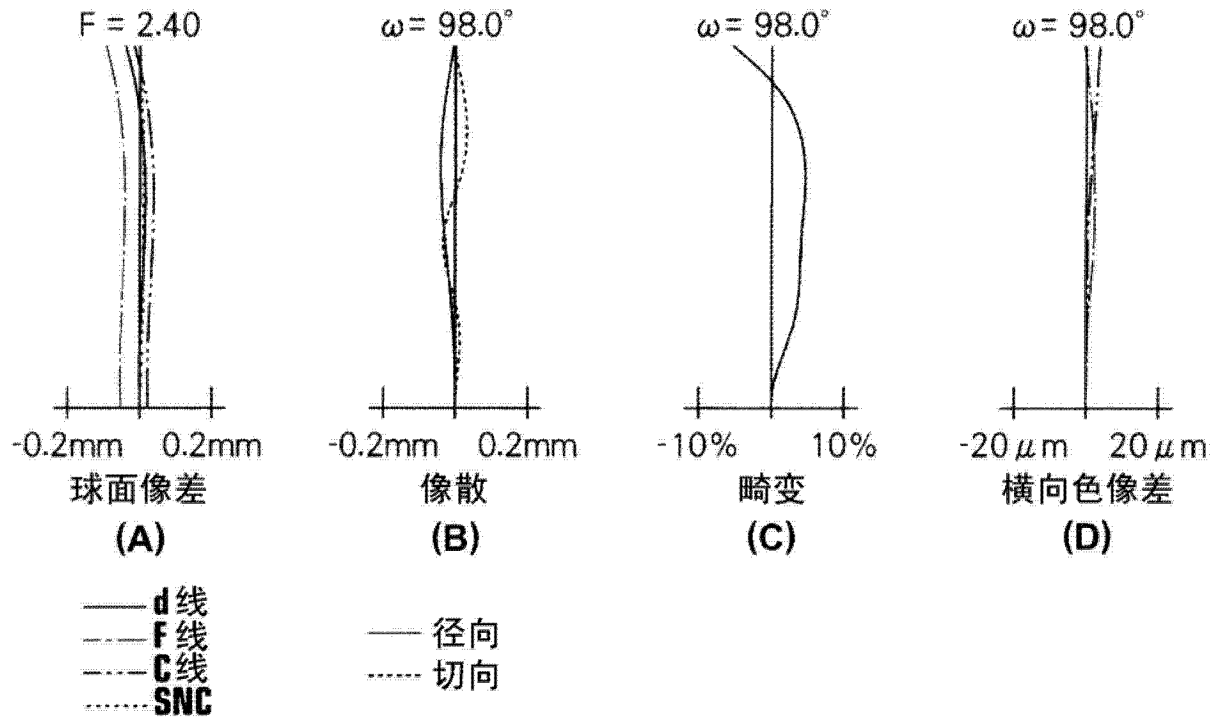


图 57

示例 27

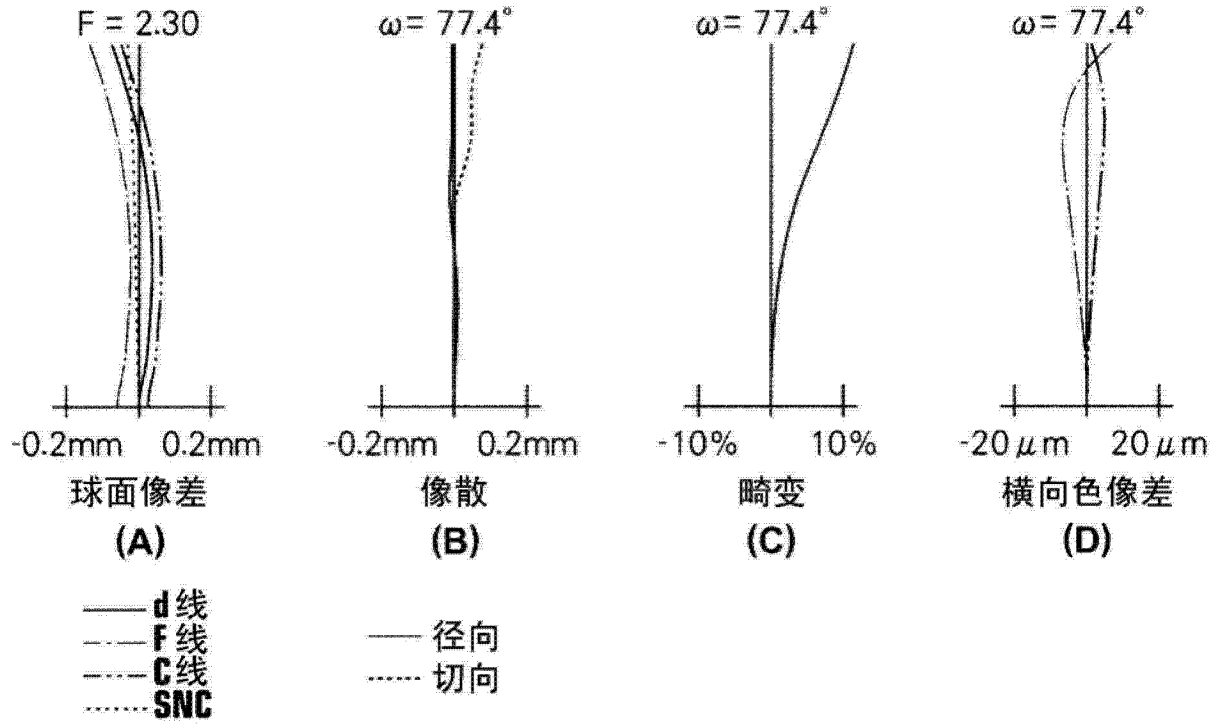


图 58

示例 28

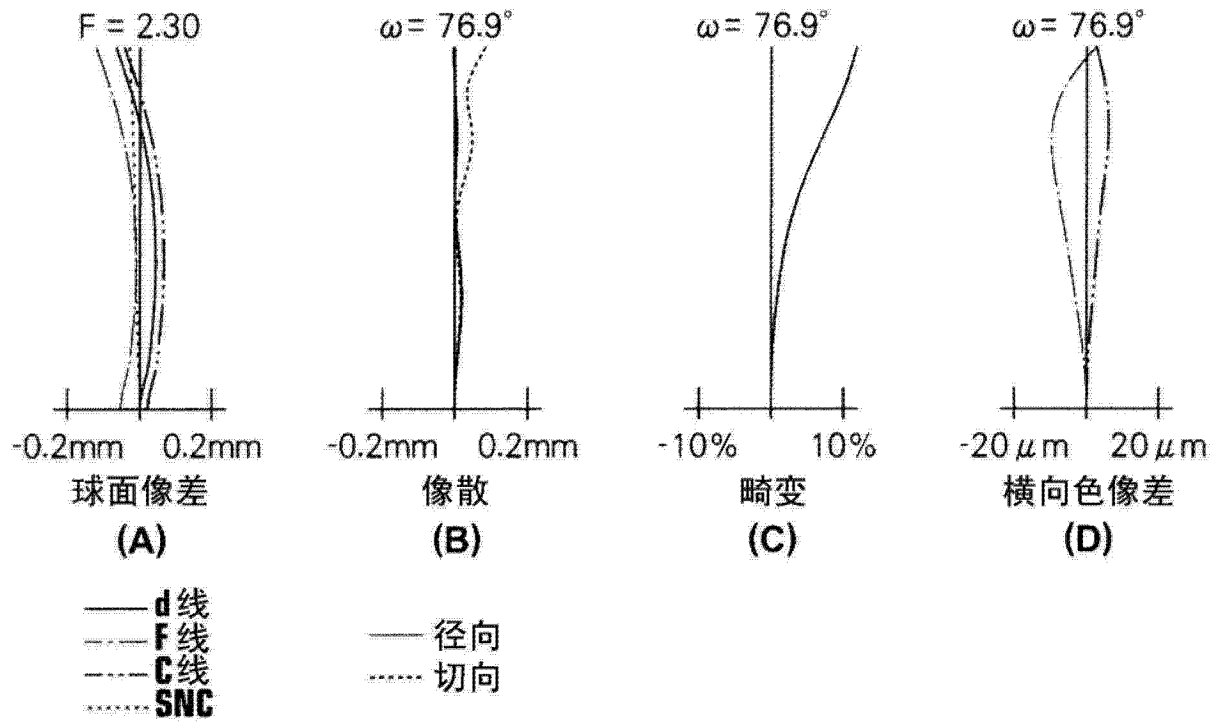


图 59

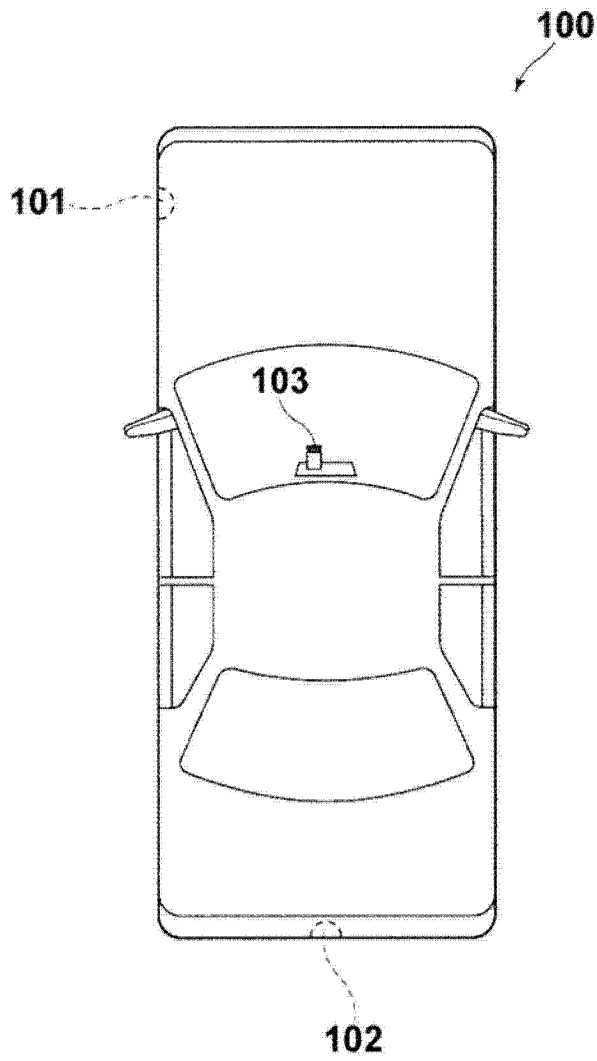


图 60