



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103576289 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 25

(21) 申请号 201310323656. 2

JP 2004252101 A, 2004. 09. 09,

(22) 申请日 2013. 07. 30

CN 1220010 A, 1999. 06. 16,

(30) 优先权数据

US 2001004301 A1, 2001. 06. 21,

2012-169755 2012. 07. 31 JP

审查员 李卓

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 猪子和宏

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 魏小微

(51) Int. Cl.

G02B 13/06(2006. 01)

G02B 27/64(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2002014283 A, 2002. 01. 18,

JP 2008151949 A, 2008. 07. 03,

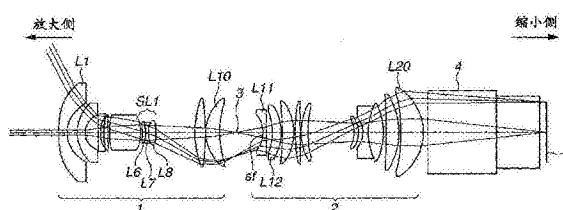
权利要求书2页 说明书24页 附图12页

(54) 发明名称

成像光学系统、使用它的投射型图像显示和
图像拾取设备

(57) 摘要

一种成像光学系统、使用它的投射型图像显示和图像拾取设备,该成像光学系统包括:具有正折光力的第一光学单元,用于使成像光学系统的放大侧的像面处的图像与成像光学系统中的中间图像位置处的中间图像彼此共轭,以及具有正折光力的第二光学单元,用于使中间图像与成像光学系统的缩小侧的像面处的图像彼此共轭,其中,当由 f_F 表示第一光学单元的焦距并由 f_R 表示第二光学单元的焦距时,满足下面的条件: $0 < f_F / f_R < 0.8$,以及其中第二光学单元包括被设置在光轴上的距离放大侧最近的负透镜。



1. 一种成像光学系统,包括:

具有正折光力的第一光学单元,用于使成像光学系统的放大侧的像面处的图像与成像光学系统中的中间图像位置处的中间图像彼此共轭;以及

具有正折光力的第二光学单元,用于使中间图像与成像光学系统的缩小侧的像面处的图像彼此共轭,

其中,当由 f_F 表示第一光学单元的焦距并由 f_R 表示第二光学单元的焦距时,满足下面的条件:

$$0.0 < f_F / f_R \leq 0.28, \text{ 以及}$$

其中第二光学单元包括设置在光轴上的距离放大侧最近的负透镜。

2. 根据权利要求1所述的成像光学系统,其中,当由 f_1 表示负透镜的焦距时,满足下面的条件:

$$-5.00 < f_1 / f_R < -0.05。$$

3. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统,其中,当由 f_1 表示负透镜的焦距并由 f 表示包括第一光学单元和第二光学单元的整个光学系统的焦距时,满足下面的条件:

$$0.0 < f_1 / f < 20.0。$$

4. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统,其中,当由 f_1 表示负透镜的焦距时,满足下面的条件:

$$-12.0 < f_1 / f_F < 0.0。$$

5. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统,其中,负透镜的放大侧表面具有朝向缩小侧凸起的形状,以及

其中,当由 r 表示负透镜的放大侧表面的曲率半径并由 f 表示包括第一光学单元和第二光学单元的整个光学系统的焦距时,满足下面的条件:

$$0.1 < r / f < 3.0。$$

6. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统,其中,负透镜的放大侧表面具有朝向缩小侧凸起的形状,以及

其中,当由 r 表示负透镜的放大侧表面的曲率半径、由 n 表示负透镜的折射率、并且由 f_{R1} 表示第二光学单元中的针对最大表面间距而被设置于放大侧的透镜或透镜组的焦距时,满足下面的条件:

$$-1.5 < r / \{ f_{R1} \cdot (n-1) \} < -0.5。$$

7. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统,能操作为通过移动第二光学单元的作为聚焦组的一部分来执行聚焦。

8. 根据权利要求7所述的成像光学系统,其中,当由 f_{fo} 表示聚焦组的焦距并由 f 表示包括第一光学单元和第二光学单元的整个光学系统的焦距时,满足下面的条件:

$$1 < | f_{fo} / f | < 200。$$

9. 根据权利要求7所述的成像光学系统,其中,聚焦组中的透镜具有第二光学单元中的任意透镜的最小直径。

10. 根据权利要求7所述的成像光学系统,其中,所述聚焦组被布置为使得其在从无限远到最近聚焦距离进行聚焦期间从缩小侧向放大侧移动。

11. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统,其被设置为使得为了变焦而在第一光学

单元和第二光学单元的每个光学单元中移动至少一个透镜。

12. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统, 其中, 所述第一光学单元和第二光学单元被布置为使得会聚光线入射到负透镜上。

13. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统, 还包括被设置于负透镜的缩小侧的正透镜,

其中所述正透镜被设置于与负透镜相邻的位置。

14. 根据权利要求13所述的成像光学系统, 其中, 正透镜是具有朝向缩小侧凸起的形状的弯月透镜。

15. 根据权利要求13所述的成像光学系统, 其中, 当由 f_1 表示负透镜的焦距并由 f_2 表示正透镜的焦距时, 满足下面的条件:

$$-1.00 < f_1/f_2 < -0.05.$$

16. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统, 其中, 成像光学系统为投射光学系统, 该投射光学系统被配置为通过把根据来自在缩小侧成像面处的光调制元件的光形成的图像投射到在放大侧成像面处的投射接收表面上来投射图像。

17. 根据权利要求1或2所述的成像光学系统, 其中, 成像光学系统被配置为在缩小侧成像面处的图像传感器上根据从在放大侧成像面处的物体接收的光形成图像。

18. 一种投射型图像显示设备, 包括:

光调制元件; 以及

根据权利要求16所述的成像光学系统,

其中成像光学系统为投射光学系统, 该投射光学系统被配置为通过把根据来自在缩小侧成像面处的光调制元件的光形成的图像投射到在放大侧成像面处的投射接收表面上来投射图像。

19. 根据权利要求18所述的投射型图像显示设备, 还包括移动单元, 该移动单元被配置为在给出成像光学系统的与成像光学系统的光轴垂直的移动分量的方向上移动成像光学系统, 并且

被布置为使得在移动成像光学系统的情况下在与成像光学系统的移动方向相反的方向上移动投射图像。

20. 一种图像拾取设备, 包括:

图像传感器; 以及

根据权利要求17所述的成像光学系统。

成像光学系统、使用它的投射型图像显示和图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及成像光学系统,诸如成像透镜或投影仪投射透镜,更具体地,涉及一种适于具有宽视角的广角透镜的成像透镜。

背景技术

[0002] 在相关技术中,当要通过照相机拍摄宽广的风景时,或者当要通过投影仪在短距离中投射宽屏幕时,使用具有宽广视角的广角透镜。广角透镜可用于这样的设备:其中在缩小侧成像面与最接近缩小侧成像面的透镜端之间的距离较长。例如,具有颜色组合系统的投影仪或单透镜反射照相机。对于该应用,广角透镜通常使用反望远型(retrofocus-type)透镜单元。反望远型透镜单元为包括以下透镜的透镜单元:该透镜具有强负折光力,被布置为相比于光阑离放大侧成像面更近。下文中,将缩小侧成像面侧称为缩小侧;并将放大侧成像面侧称为放大侧。

[0003] 然而,当反望远型透镜单元具有较宽视角时,放大侧透镜的直径大大增加。在日本专利申请公开No.04-356008的英文摘要和美国专利申请公开No.2005/0117123中讨论了用于解决该问题的技术。

[0004] 日本专利申请公开No.04-356008的英文摘要中讨论了一种光学系统,其在透镜单元内形成物体的中间图像,并在像面上重新形成中间图像。下文中,为了避免说明书中的混淆,相对于其中在透镜单元内形成中间图像的作为分割点的透境内共轭点,将放大侧透镜单元称为第一透镜单元,并将缩小侧透镜单元称为第二透镜单元。

[0005] 在日本专利申请公开No.04-356008的英文摘要中讨论的透镜单元中的第一透镜单元通过缩小光学系统形成物体的缩小图像作为中间图像。第二透镜单元被配置为中继系统,其在像面(图像传感器的成像面)上形成中间图像。因此,缩短了第一透镜单元的后焦距,从而第一透镜单元的放大侧透镜的直径减小。

[0006] 在美国专利申请公开No.2005/0117123中讨论的透镜单元是用于投影仪的投射透镜,其形成通过光调制元件获得的图像作为中间图像,并将该中间图像放大以将放大的图像投射到投射接收表面上。从而,类似于日本专利申请公开No.04-356008的英文摘要,第一透镜单元的放大侧透镜的直径也减小。

[0007] 日本专利申请公开No.2001-23887的英文摘要讨论了一种曝光设备的投影光学系统,其形成中间图像,尽管该投影光学系统不是广角透镜。

[0008] 然而,在日本专利申请公开No.04-356008的英文摘要中讨论的透镜单元是鱼眼透镜,并且在最终像面上保持较大畸变。因此,该透镜单元不适于需要充分校正畸变的用于一般图片拍摄的广角透镜或用于投影仪的投射透镜。

[0009] 另一方面,在美国专利申请公开No.2005/0117123中讨论的透镜单元中,尽管校正了畸变,但在相对于作为分割点的透境内共轭点设置的第一和第二透镜单元中独立地执行像差校正。因此,尽管放大侧透镜的直径缩小,但是总透镜长度增大。换句话说,日本专利申请公开No.04-356008的英文摘要和美国专利申请公开No.2005/0117123都没有同时满足对

畸变的校正和在光轴方向上的小型化。

发明内容

[0010] 本发明针对一种形成中间图像的成像光学系统,该成像光学系统具有缩小的尺寸同时充分地校正畸变。

[0011] 根据本发明的一方面,成像光学系统包括:具有正折光力的第一光学单元,用于使成像光学系统的放大侧的像面处的图像与成像光学系统中的中间图像位置处的中间图像彼此共轭;以及具有正折光力的第二光学单元,用于使中间图像与成像光学系统的缩小侧的像面处的图像彼此共轭,其中,当由 f_F 表示第一光学单元的焦距并由 f_R 表示第二光学单元的焦距时,满足下面的条件:

[0012] $0 < f_F/f_R < 0.8$, 以及

[0013] 其中第二光学单元包括被设置在光轴上的距离放大侧最近的负透镜。

[0014] 根据本发明的实施例,可以提供一种形成中间图像的成像光学系统,该成像光学系统具有缩小的尺寸同时充分地校正畸变,以及提供一种使用该成像光学系统的投射型图像显示设备和图像拾取设备。

[0015] 通过下面参考附图对实施例的描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0016] 被引入说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例、特征以及各方面,并与说明书一起用于说明本发明的原理。

[0017] 图1是示出根据本发明第一实施例的光学系统的截面图。

[0018] 图2示出根据本发明第一实施例的光学系统的纵向像差图。

[0019] 图3示出根据本发明第一实施例的光学系统中在共轭点处的纵向像差图。

[0020] 图4为示出其中根据本发明第一实施例的光学系统用于投射型图像显示设备的情况的截面图。

[0021] 图5是示出根据本发明第二实施例的光学系统的截面图。

[0022] 图6示出根据本发明第二实施例的光学系统的纵向像差图。

[0023] 图7是示出根据本发明第三实施例的光学系统的截面图。

[0024] 图8示出根据本发明第三实施例的光学系统的纵向像差图。

[0025] 图9是示出根据本发明第四实施例的光学系统的截面图。

[0026] 图10示出根据本发明第四实施例的光学系统的纵向像差图。

[0027] 图11是示出根据本发明第五实施例的光学系统的截面图。

[0028] 图12示出根据本发明第五实施例的光学系统的纵向像差图。

具体实施方式

[0029] 下面参考附图详细描述本发明的各个实施例、特征以及方面。

[0030] 图1是示出包括根据本发明第一实施例的成像透镜(即,成像光学系统)的配置的截面图。成像光学系统是投射光学系统,其被设计用于投影仪(即,用于投射型图像显示设备)。成像光学系统是广角透镜,其将通过液晶面板5(光调制元件)调制的光束投射到屏幕

(未示出)(投射接收表面)上。图1左侧为放大侧,其右侧为缩小侧。图1所示广角透镜被配置为自放大侧起依次包括第一透镜单元1(第一光学单元)和第二透镜单元2(第二光学单元)。屏幕表面表示放大侧成像面,以及液晶面板5表示缩小侧成像面。这里,在例如投影仪的放大投影设备中,放大侧成像面位于通过光调制元件(液晶面板)形成的图像被投影的位置。在图像拾取设备中,放大侧成像面位于物体将被成像的位置。相对而言,在放大投影设备(如投影仪等)的情况中,缩小侧成像面是其中光调制元件(液晶面板)被设置的位置。在图像拾取设备的情况中,缩小侧成像面是图像拾取元件(例如CCD)被设置的位置。

[0031] 根据该实施例的广角透镜包括共20个透镜。不具有折光力的棱镜玻璃4被设置在最靠近缩小侧的透镜L20与液晶面板5之间。棱镜玻璃4用于投影仪中的颜色合成。

[0032] 在图1中,点虚线表示广角透镜的光轴。透镜内共轭点3(中间图像点)在第十透镜L10与第十一透镜L11之间位于光轴上。相对于作为分割点的透镜内共轭点3,第一透镜L1至第十透镜L10构成第一透镜单元1,以及第十一透镜L11至最后透镜L20构成第二透镜单元2。

[0033] 第一透镜单元1被配置为使得屏幕(放大侧成像面)与透镜内共轭点3彼此共轭。第二透镜单元2被配置为使得透镜内共轭点3与液晶面板5(缩小侧成像面)彼此共轭。如果将液晶面板5设置为基准,则第一透镜单元1和第二透镜单元2被配置为使得液晶面板5与屏幕彼此共轭,从而,可以将放大侧成像面称为放大侧共轭面。相反,如果将屏幕设置为基准,则可以将缩小侧成像面称为缩小侧共轭面。

[0034] 本实施例的数值示例在下面列出为数值示例1。表面号是从放大侧起依次唯一指定给每个透镜表面的号码;R为每个透镜表面的曲率半径,d为表面距离,以及nd和vd分别为在d线(587.56nm)处玻璃材料的折射率和Abbe数。具有附在表面号的右侧的符号“*”的透镜表面表示该透镜表面具有根据下面描述的函数的非球面形状,并且其系数在数值示例中列出。这里,坐标y为当将透镜表面的表面顶点设置为基准时在径向上的坐标,坐标x是当将透镜表面的表面顶点设置为基准时在光轴方向上的坐标。物距是无限远。

[0035]
$$x = (y^2/R) / [1 + \{1 - (1+K)(y^2/R^2)\}^{1/2}] + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + Ey^{12} + Fy^{14}$$

[0036] 另外,在下文中描述的数值示例中,由绝对值|f|表示广角透镜的整个光学系统的焦距。由于共轭点是在透镜单元中形成的,所以最终图像面的图像是正立图像。因此,在一些情况中,整个光学系统的焦距可具有根据定义的负值。然而,由于整个光学系统的折光力是正的,所以由绝对值表示焦距。这也适用于其它实施例。

[0037] (数值示例1)

$|f|=6.90$ $\omega=62.2^\circ$ F/3.0 图像圆尺寸 $\phi 26.2$

表面号	R	d	nd	vd
OBJ	∞	∞		
1*	63.814	3.92	1.820	42.7
2*	13.659	4.35		
3	16.654	3.61	1.772	49.5
4	8.111	5.77		
5	1050.049	1.00	1.805	25.4
6	13.303	1.48		
7	31.609	1.87	1.772	49.5
8	-295.242	0.50		
9	31.218	13.76	1.772	49.5
10	-15.179	0.62		

	11	139.551	1.49	1.696	55.5
	12	-15.540	1.24	1.805	25.4
	13	10.662	3.23	1.563	60.6
	14	-26.383	17.09		
	15	38.949	4.50	1.805	25.4
	16	-107.135	0.29		
	17	18.445	6.02	1.805	25.4
	18	40.195	19.01		
	19	-11.729	1.50	1.834	37.1
	20	-166.339	2.55		
	21	-26.706	3.98	1.805	25.4
	22	-20.649	0.50		
	23	-77.267	5.00	1.834	37.1
	24	-20.071	0.50		
[0039]	25	64.062	2.16	1.834	37.1
	26	2887.146	0.50		
	27	25.054	2.97	1.805	25.4
	28	46.969	20.16		
	29	-13.250	2.00	1.487	70.2
	30	-10.532	1.87		
	31	-10.068	2.26	1.805	25.4
	32	25.857	6.75	1.651	58.5
	33	-27.304	1.27		
	34	-213.988	5.78	1.487	70.2
	35	-29.328	0.50		
	36*	-625.000	10.00	1.755	51.1
	37*	-22.190	2.00		
	38	∞	30.00	1.516	64.1
	39	∞	19.00	1.805	25.4

[0040]	40	∞				
	IMG					
	表面					
	号	K	A	B	C	D
			E	F		
	1	0	6.371e-005	-2.364e-007	5.192e-010	-3.710e-013
			-3.717e-016	9.1204e-019		
[0041]	2	0	1.631e-005	2.296e-007	-5.662e-009	5.797e-012
			1.637e-013	-6.2823e-016		
	36	0	-2.317e-005	-4.911e-009	6.517e-011	-1.291e-013
			-2.623e-016	7.3652e-019		
	37	0	1.296e-006	-1.537e-008	8.563e-011	-1.961e-013
			2.242e-016	-1.5633e-019		

[0042] 图2示出表示根据该实施例的广角透镜的图像形成性能的纵向像差图。从图的左侧起示出球面像差图、像散图以及畸变图。在球面像差图中,实线表示d线(587.56nm)处的像差,虚线表示F线(486.13nm)处的像差,以及点线表示在C线(656.27nm)处的像差。水平轴表示散焦量,以及其范围在-0.15到+0.15[mm]。在像散图中,实线表示弧矢像面的场曲,以及点线表示子午像面的场曲。水平轴与球面像差图的水平轴相同。在畸变图中,水平轴的范围为-0.5到+0.5[%]。

[0043] 如图2所示,可以理解,畸变被良好地校正。另外,球面像差和像散也得到良好地校正。

[0044] 在根据该实施例的广角透镜中,球面像差、场曲以及畸变仍保留在透镜内共轭点3处。图3示出根据该实施例的在透镜内共轭点3处的纵向像差图。在图3中,视点与图2的视点相同,但是范围与图2不同。球面像差和像散的水平轴的范围在-1.0到+1.0[mm];以及畸变的水平轴的范围在-5.0到+5.0[%]。从图3可以理解,较大的场曲和较大的畸变保留在透镜内共轭点3处。另一方面,可以理解,针对轴向色差进行了过校正。

[0045] 第二透镜单元2(其为中继透镜单元)的离放大侧最近的透镜被配置为负透镜,并且允许出现与剩余像差相反的像差,以使得该像差被抵消。因此,在最终像面中获得图2中所示的良好图像形成性能。另外,允许场曲和畸变保留在透镜内共轭点3处,从而不需要安装用于第一透镜单元1的像差校正的透镜。因此,根据该实施例的广角透镜可以配置有较小数量的透镜。另外,可以在光轴方向上使根据该实施例的广角透镜小型化。

[0046] 另外,在第一透镜单元1中,尤其允许保留负畸变,从而用于畸变校正的透镜的直径不需要较大。因此,可以大大减小放大侧透镜的直径。另外,可以缩短最接近缩小侧的透镜表面与液晶面板5之间的距离。

[0047] 如上所述,在根据该实施例的广角透镜中,通过第二透镜单元2执行对在透镜内共

轭点3处形成的中间图像的像差的校正。这时,由于广角透镜具有更宽视角,所以负畸变大量出现。特别地,由于图像高度增加,所以出现如图3所示的高阶负畸变。因此,第二透镜单元2需要生成强的正畸变。

[0048] 因此,在根据该实施例的成像透镜中,尽管广角透镜具有较宽视角,或尽管图像高度较高,但可以通过把具有强的负折光力的表面布置为位于在第二透镜单元2的最接近透镜内共轭点3的一侧(放大侧)的负透镜的放大侧的第一折射表面sf处,来获得上述效果。具有强的负折光力的表面具有把可以向第一透镜单元1的内侧弯曲的光束很大地向其外侧弯曲(弹回)的功能、以及把具有特别高的图像高度的光束很大地向外侧弯曲的功能。因此,可以生成高阶正畸变。

[0049] 换句话说,根据该实施例的广角透镜被配置为包括:形成中间图像的具有正折光力的第一光学单元,以及在像面上形成中间图像的具有正折光力的第二光学单元。另外,由于第二光学单元的被布置为最靠近放大侧的透镜为负透镜,所以可以充分地校正畸变并提供小型化的成像透镜。

[0050] 另外,当第一透镜单元1的焦距为fF且第二透镜单元2的焦距为fR时,根据该实施例的广角透镜满足下面的条件:

[0051] $0.0 < fF/fR < 0.8$ (A1)

[0052] 更期望地,代替条件(A1),广角透镜可满足下面的条件:

[0053] $0.0 < fF/fR < 0.5$ (A2)

[0054] 这里,第一折射表面sf可以满足下面条件中的任何一个:

[0055] $-5.00 < f1/fR < -0.05$ (1a)

[0056] $0.0 < f1/f < 20.0$ (2a)

[0057] $-12.0 < f1/fF < 0.0$ (3a)

[0058] $0.1 < r/f < 3.0$ (4a)

[0059] $-1.5 < r/\{fR1 \cdot (n-1)\} < -0.5$ (5a)

[0060] 条件(1a)是第二透镜单元2的被设置为最靠近放大侧的负透镜L11的焦距f1与第二透镜单元2的焦距fR的比率。

[0061] 条件(2a)是焦距f1与广角透镜的整个光学系统(该整个光学系统包括第一透镜单元1和第二透镜单元2)的焦距|f|的比率。

[0062] 条件(3a)是焦距f1与第一透镜单元1的焦距fF的比率。

[0063] 条件(4a)是第二透镜单元2的被布置为最靠近放大侧的负透镜L11的放大侧的第一折射表面sf的曲率半径r与广角透镜的整个光学系统的焦距|f|的比率。

[0064] 条件(5a)是第二透镜单元2的第一折射表面sf的折光力 $r/(n-1)$ 与第二透镜单元2的第一组透镜的焦距fR1的比率。n为负透镜L11的折射率。这里,第二透镜单元2的第一组表示第二透镜单元2中的针对最大透镜表面距离而被设置在放大侧的透镜或透镜组。

[0065] 在条件(1a)至(5a)的数值范围中,如果数值小于下限值,或者如果数值大于上限值,则不能适当地校正包括高阶畸变的畸变。

[0066] 代替条件(1a)至(5a),可以满足下面条件的任一个:

[0067] $-3.00 < f1/fR < -0.10$ (1b)

[0068] $1.0 < f1/f < 10.0$ (2b)

[0069] $-9.0 < f1/fF < -2.0$ (3b)

[0070] $0.5 < r/f < 2.0$ (4b)

[0071] $-1.4 < r/\{fR1 \cdot (n-1)\} < -0.6$ (5b)

[0072] 表1中列出各个实施例中的数值。

[0073] 更期望地,入射在第一折射表面sf上的离轴主光线可以被设置为在缩小侧会聚。换句话说,会聚光束可以入射在负透镜L11上。因此,可以允许高阶正畸变更有效地出现,并且可以抑制第二透镜单元2的放大侧透镜的直径的增加。

[0074] 另外,正透镜L12被设置在具有第一折射表面sf的负透镜L11的缩小侧,在其之间不插入另一个负透镜,并且正透镜L12可以是具有朝向缩小侧突出的形状的弯月透镜。因此,当在第一折射表面sf处出现的畸变保留时,发散的光线可以返回到光线会聚的方向。

[0075] 更期望地,在具有特别大的广角度的成像透镜中(第一、第二和第四实施例),当具有折射表面sf的负透镜L11的焦距由f1表示,且正透镜L12的焦距由f2表示时,可以满足下面的条件(6a):

[0076] $-1.00 < f1/f2 < -0.05$ (6a)

[0077] 更期望地,代替条件(6a),可以满足下面的条件(6b):

[0078] $-0.80 < f1/f2 < -0.10$ (6b)

[0079] 在条件(6a)和(6b)中,如果数值小于下限值,则正透镜L12的焦距相比于负透镜L11的焦距过多地增大(正透镜的折光力相比于负透镜变弱),从而不能获得允许正透镜L12的光线会聚的效果。另一方面,在条件(6a)和(6b)中,如果数值大于上限值,则不能获得在负透镜L11有意地发生的畸变的效果。

[0080] 表1中列出各个实施例中的数值。

[0081] 更期望地,由于可以更有效地获得像差校正效果,所以在具有折射表面sf的负透镜L11的缩小侧表面与正透镜L12的放大侧表面之间的距离可以为空气距离。换句话说,负透镜L11和正透镜L12可以彼此邻近。

[0082] 更期望地,第二透镜单元2在可能的情况中可具有接近单位倍率的倍率。其原因如下所述。如果第二透镜单元具有单位倍率,则离轴主光线的路径变得在光阑或实质上用作光阑的透镜的边缘部分的放大侧和缩小侧是对称的,从而可以容易地校正离轴像差(如慧形像差)或场曲。

[0083] 另外,在该实施例中在第一透镜单元1中设置通过胶合三个透镜L6、L7和L8获得的胶合透镜SL1。在其中执行两次成像的透镜单元中,相比于执行一次成像的透镜单元,较大地出现轴向色差。为了解决该问题,如上所述,使用通过从放大侧起依次胶合正、负和正透镜获得的三透镜元件胶合透镜。该配置对于减小轴向色差非常有效。

[0084] 作为该实施例,当在第一透镜单元中使用三透镜胶合透镜时,负透镜L7可以通过使用高色散玻璃而配置成,正透镜L6和L8可以通过使用低色散玻璃而配置成。在胶合透镜SL1中,相比于正透镜L6和L8的玻璃材料,负透镜L7的玻璃材料具有较低的Abbe数(较高色散)。因此,有效地减小了轴向色差。

[0085] 图4为示出当使用根据该实施例的广角透镜作为投射型图像显示设备的投射透镜PL时投射到屏幕上的投射图像47的偏移(移动)的图。投射型图像显示设备被配置为包括驱动单元(未示出),其在具有与投射透镜的光轴垂直的分量的方向上移动投射透镜PL,以偏

移投射到屏幕上的投射图像47的投射位置。为了偏移投射到屏幕上的投射图像47,不单独移动第一透镜单元1或第二透镜单元2,而是偏移透镜单元的整个光学系统。另外,投射透镜PL的移动方向与投射图像的移动方向相反。因此,可以适当地偏移投射图像。换句话说,液晶面板46(光调制元件)的偏移方向与投射图像47的偏移方向相同。

[0086] 图5是示出根据本发明第二实施例的广角透镜的配置的截面图。通过考虑作为图像拾取设备(如单透镜反射照相机)的成像透镜(成像光学系统)的使用而设计广角透镜。第一透镜单元1被配置为包括第一透镜L1至第十一透镜L11。第二透镜单元2被配置为包括第十二透镜L12至最后透镜L20。在第二实施例中,对应于根据第一实施例的负透镜L11的透镜为透镜L12。

[0087] 图5的左侧为放大侧,其右侧为缩小侧。图5所示的广角透镜被配置为自放大侧起依次包括第一透镜单元1(第一光学单元)和第二透镜单元2(第二光学单元)。物体面为放大侧成像面;以及像面为缩小侧成像面。

[0088] 图像拾取设备包括图像传感器。在图像拾取设备中,像面为图像传感器的成像面,其接收从被摄体(物体)通过广角透镜的光,并且对接收的光进行光电转换,以形成图像数据。

[0089] 第一透镜单元1被配置为使得物体面与透镜内共轭点3彼此共轭。第二透镜单元2被配置为使得透镜内共轭点3与图像传感器彼此共轭。

[0090] 另外,不同于第一实施例,图像拾取设备的后聚焦区域为翻转反射镜(快返回反射镜)的可移动区域,并且其中未设置棱镜玻璃。该实施例的数值示例被列为数值示例2。物距是无限远。

[0091] 根据第二实施例的成像透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的条件(A1),并且第二透镜单元的被设置为最靠近放大侧的透镜被配置为负透镜。因此,可以充分地校正畸变并提供小型化的成像透镜。

[0092] 另外,根据第二实施例的成像透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的期望条件,并因此,也可以获得与在第一实施例的条件中获得的效果类似的效果。

[0093] (数值示例2)

$|f|=10 \quad \omega=65.2^{\circ} \quad F/3.0 \quad \text{图像圆尺寸}\phi 43.28$

[0094]		R	d	nd	vd
	OBJ	∞	∞		
	1*	82.062	6.54	1.820	42.7
	2*	25.431	8.37		

	3	34.122	6.50	1.834	42.7
	4	9.881	7.99		
	5	-281.802	1.65	1.583	59.3
	6	21.303	1.72		
	7	141.145	6.25	1.805	25.4
	8	-51.360	5.59		
	9	-53.433	3.62	1.696	55.5
	10	-15.998	0.50		
	11	62.078	3.46	1.677	55.3
	12	-13.466	1.65	1.805	25.4
	13	15.441	3.88	1.563	60.6
	14	-29.361	13.34		
	15	29.411	8.28	1.696	55.5
	16	-47.572	0.20		
[0095]	17	15.310	7.16	1.808	22.7
	18	117.677	1.14		
	19	-96.471	4.69	1.805	25.4
	20	16.052	5.54		
	21	-13.428	1.50	1.737	32.2
	23	-16.967	8.05	1.805	25.4
	24	-15.696	0.20		
	25	287.024	7.51	1.834	42.7
	26	-27.300	0.20		
	27	27.696	6.14	1.834	37.1
	28	355.764	1.00		
	29	18.817	2.00	1.698	30.1
	30	13.870	5.36		
	31	-20.188	2.48	1.720	34.7
	32	13.455	6.35	1.496	81.5

[0096]	33		-49.220	0.20		
	34		16.251	5.67	1.496	81.5
	35		-27.774	1.96		
	36*		-20.455	1.89	1.497	81.5
	37*		-18.954			
IMG						
表面						
	号	K	A	B	C	D
			E	F		
[0097]	1	0	2.082e-005	-2.462e-008	2.015e-011	-7.073e-015
			-3.932e-018	2.9057e-021		
	2	0	2.018e-005	3.638e-008	-2.757e-010	3.566e-014
			7.412e-016	-7.2652e-019		
	36	0	7.359e-005	1.620e-006	-3.839e-009	-6.492e-011
			1.915e-013	0		
	37	0	1.433e-004	1.592e-006	1.125e-009	-6.884e-011
			5.055e-013	0		

[0098] 图6示出表示根据该实施例的图像形成性能的纵向像差图。类似于第一实施例,可以获得特别宽广的角度和高性能。

[0099] 图7是示出根据本发明第三实施例的广角透镜的配置的截面图。在该实施例的配置中,通过允许略微抑制视角并允许F数较小来增大后焦距。该实施例的数值示例被列为数值示例3。物距是无限远。

[0100] 在第三实施例中,对应于根据第一实施例的负透镜L11的透镜为透镜L9。

[0101] 根据第三实施例的广角透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的条件(A1),并且第二透镜单元的被设置为最靠近放大侧的透镜被配置为负透镜。因此,可以充分地校正畸变并提供小型化的成像透镜。

[0102] 另外,根据第三实施例的广角透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的期望条件,并因此,也可以获得与在第一实施例的条件中获得的效果类似的效果。

[0103] (数值示例3)

$|f|=12.4$ $\omega=37.2^\circ$ F/2.0 图像圆尺寸 $\phi 18.8$

	R	d	nd	vd
OBJ	∞	∞		
1*	23.948	4.85	1.693	53.2
2*	7.010	3.30		
3	13.156	2.21	1.805	25.4
4	24.194	1.38		
5	-227.645	6.00	1.688	31.0
6	10.261	4.33	1.788	47.3
7	-18.411	9.56		
8	-11.847	1.48	1.805	25.4
9	708.273	1.90		
10	-22.312	3.73	1.772	49.5
11	-12.013	0.50		
12	-81.905	3.83	1.772	49.5
13	-22.103	0.50		
14	55.880	3.97	1.696	55.5
15	-69.760	35.78		
16	-13.289	7.00	1.772	49.5
17	-19.179	1.23		
18	-67.392	5.14	1.696	55.5

[0104]

[0105]	19	-29.305	0.50		
	20	26.402	6.13	1.834	42.7
	21	78.428	28.29		
	22	-12.813	4.78	1.805	25.4
	23	107.016	0.85		
	24	-53.535	3.24	1.805	25.4
	25	29.655	7.80	1.487	70.2
	26	-9.547	1.10	1.755	27.5
	27	-17.122	0.50		
	28	-80.069	4.88	1.595	67.7
	29	-17.861	2.49		
	30	46.209	3.72	1.808	22.7
	31	-148.016	1.50		
	32	∞	31.74	1.516	64.1
	33	∞	7.50	1.516	64.1
	34	∞	19.50	1.805	25.4
	35	∞			

IMG

表面

号	K	D	A	E	B	C
[0106] 1		-5.609e+000	3.441e-005		-3.798e-007	9.898e-010
		-6.188e-012	1.010e-014			
2		-4.544e-001	8.402e-005		-1.196e-007	-1.241e-008
		4.265e-010	-9.531e-012			

[0107] 图8示出表示根据该实施例的图像形成性能的纵向像差图。

[0108] 在根据该实施例的第二透镜单元中设置三透镜胶合透镜SL2。三透镜胶合透镜SL2被配置为使得在较高色散正透镜之间插入较低色散负透镜。三透镜胶合透镜SL2具有强消色差效果。另外，三透镜胶合透镜SL2可被配置为自放大侧起依次包括双凹面负透镜、双凸面正透镜、以及具有朝向放大侧的凹表面的负弯月透镜。

[0109] 图9是示出根据本发明第四实施例的广角透镜的配置的截面图。第四实施例不同

于第一实施例在于,通过移动作为聚焦透镜的第六透镜91执行聚焦,第六透镜91为第二透镜单元2的自放大侧起的第六透镜。第六透镜91具有弱负折光力。在从无限远距离点向最近点聚焦期间,沿光轴从缩小侧向放大侧移动第六透镜91。被移动以执行聚焦的聚焦透镜可以是单个透镜或包括多个透镜的透镜组(聚焦组)。

[0110] 该实施例的数值示例被列为数值示例4。附于表面距离的数值的字母“z”表示表面距离随着物距的改变而变化。在数值示例的最后部分中,列出根据物距的改变的表面距离的数值。

[0111] 在第四实施例中,对应于根据第一实施例的负透镜L11的透镜为透镜L11。

[0112] 根据第四实施例的广角透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的条件(A1),并且第二透镜单元的被设置为最靠近放大侧的透镜被配置为负透镜。因此,可以充分地校正畸变并提供小型化的成像透镜。

[0113] 另外,根据第四实施例的广角透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的期望条件,并因此,也可以获得与在第一实施例的条件中获得的效果类似的效果。

[0114] (数值示例4)

$|f|=6.89$ $\omega=62.1^\circ$ F/3.0 图像圆尺寸 $\phi 26.2$

[0115]

	R	d	nd	vd
OBJ	∞	667.00z		

	1*	83.035	3.33	1.768	49.2
	2*	13.997	4.90		
	3	18.992	3.23	1.799	29.8
	4	8.723	5.55		
	5	-237.318	1.01	1.784	26.2
	6	14.347	1.41		
	7	41.907	1.70	1.772	49.5
	8	-726.137	0.50		
	9	28.677	12.60	1.772	49.5
	10	-15.734	1.56		
	11	79.794	1.61	1.696	55.5
	12	-10.728	1.00	1.805	25.4
	13	10.306	1.94	1.563	60.6
	14	-34.894	11.00		
[0116]	15	-184.875	2.53	1.799	29.8
	16	-28.022	0.20		
	17	20.765	4.02	1.805	25.4
	18	390.472	7.06		
	19	∞	9.19		
	20	-12.985	1.50	1.805	25.4
	21	-99.493	5.10		
	22	-17.029	5.07	1.805	25.4
	23	-15.357	0.50		
	24	457.856	6.09	1.772	49.5
	25	-35.370	1.52		
	26	944.629	2.95	1.805	25.4
	27	-75.396	0.50		
	28	62.959	3.27	1.805	25.4
	29	1070.925	23.01		

	30	∞	3.66z		
	31	-87.951	1.00	1.487	70.2
	32	-162.164	7.82z		
	33	-12.686	2.36	1.799	29.8
	34	39.274	5.46	1.772	49.5
	35	-31.754	0.50		
[0117]	36	67.885	7.51	1.496	81.5
	37	-32.069	0.50		
	38*	-625.000	7.32	1.677	54.8
	39*	-22.773	2.00		
	40	∞	30.00	1.516	64.1
	41	∞	19.00	1.805	25.4
	42	∞			

IMG

表面

号	K	A	B	C	D
	E	F			
1	0	6.893e-005	-2.472e-007	5.381e-010	-3.802e-013
		-4.379e-016	7.3562e-019		
2	0	1.807e-006	3.830e-007	-5.955e-009	3.466e-012
[0118]		1.604e-013	-5.7934e-016		
38	0	-1.890e-005	-1.774e-008	2.406e-011	-2.501e-014
		7.008e-017	0		
39	0	7.924e-006	-2.017e-008	7.022e-011	-1.408e-013
		3.292e-016	0		

最近点

中间点

无限远距离点

	OBJ	667.00	400.00	1000.00
[0119]	d30	3.66	9.39	0.85
	d32	7.82	2.10	10.64

[0120] 在如该实施例中那样特别宽广角度透镜的情况中根据被摄体距离(物距)、或在投射透镜的情况中根据投射距离,较大地改变光线路径。因此,存在由于聚焦导致改变了各个像差的问题。为了执行聚焦同时如果可能的话抑制像差的改变,在聚焦期间需要移动多个透镜,即,需要执行浮动。然而,还存在不能完全抑制像差的改变的问题。

[0121] 通过回顾透镜在根据该实施例形成透镜内共轭点3之处的聚焦,发现在用于移动整个第一透镜单元或整个第二透镜单元的方法中像差的改变仍较大。在这种透镜中,第一透镜单元1和第二透镜单元2在相反方向生成像差以执行像差校正。因此,如果独立移动第一透镜单元1和第二透镜单元2,则不能抑制像差的改变。另一方面,由于第一透镜单元1是反望远型透镜单元,所以通过使用同时移动多个透镜组的方法(如上述其被称为浮动)可以将像差的改变抑制到一定程度。然而,由于畸变改变,所以不能充分地校正畸变,其中足够的畸变校正正是该实施例的目的。

[0122] 因此,在该实施例中,通过使用通过移动第二透镜单元2的部分透镜来执行聚焦的方法,可以有效地抑制包括畸变的像差改变。特别是,在第二透镜单元2中,期望地,在具有最低图像高度的光线附近移动具有弱折光力的透镜。其原因如下所述。如果允许移动位于光线的高度较低的位置的透镜,则抑制了由于该移动导致的各个离轴像差的改变。因此,场曲或畸变的变化可以被抑制为几乎为零。换句话说,通过移动第二透镜单元2的透镜位置来执行聚焦,从而可以大大解决由于聚焦改变导致的像差改变的问题。

[0123] 这里,当由 f_{fo} 表示聚焦透镜(在多个透镜的情况中的聚焦透镜组的整个光学系统)的焦距时,可以满足下面的条件:

$$[0124] \quad 1.0 < |f_{fo}/f| < 200.0 \quad (7a)$$

[0125] 更期望地,代替条件(7a),可以满足下面的条件:

$$[0126] \quad 20.0 < |f_{fo}/f| < 100.0 \quad (7b)$$

[0127] 在条件(7a)和(7b)中,如果数值小于数值范围的下限值,则聚焦透镜的折光力被增加,并因此难于抑制像差改变。另一方面,如果数值大于数值范围的上限值,则折光力被减弱,并且在聚焦期间移动量增大,从而透镜的尺寸被大大增大。在该实施例中,聚焦透镜的焦距 f_{fo} 为 $-394.8[\text{mm}]$,并且 $|f_{fo}/f| = 57.3$ 。

[0128] 图10示出表示根据该实施例的图像形成性能的纵向像差图。可以理解,在最近点至无限远点的范围上,可以将各个像差的改变向下抑制到无限小的水平。尽管在该实施例中描述了其中单个聚焦透镜可被移动的示例,但实施例不限于该示例,包括多个透镜的聚焦透镜组是可移动的。在该情况中,如果在该实施例中描述的聚焦透镜被配置为聚焦透镜组,可以获得与该实施例中相同的效果。

[0129] 图11是示出根据本发明第五实施例的广角透镜的配置的截面图。第五实施例不同于第三实施例在于,变焦透镜被配置为包括五个透镜组的五组配置,这五个透镜在变焦期间被移动改变距离。在该实施例中,第一透镜组B1和第五透镜组B5被配置为在变焦期间为固定的,并且第二透镜组B2、第三透镜组B3和第四透镜组B4被配置为在变焦期间移动。

[0130] 该实施例的数值示例被列为数值示例5。附于表面距离的数值的字母“z”表示表面距离根据变焦而改变。在数值示例的最后部分中,列出根据变焦的表面距离的数值。

[0131] 在第五实施例中,对应于根据第一实施例的负透镜L11的透镜为透镜L9。

[0132] 根据第五实施例的广角透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的条件(A1),并且第二透镜单元(第三透镜组B3)的被设置为最靠近放大侧的透镜被配置为负透镜。因此,可以充分地校正畸变并提供小型化的成像透镜。

[0133] 另外,根据第五实施例的广角透镜还被配置为满足在第一实施例中描述的期望条件,并因此,也可以获得与在第一实施例的条件中获得的效果类似的效果。

[0134] (数值示例5)

$|f|=12.5$ 至 13.9 $\omega=37$ 至 34° $F/2.0$ 至 2.1

图像圆尺寸 $\phi 18.8$

	R	d	nd	vd
OBJ	∞	∞		
1*	11.731	2.38	1.677	54.8
2*	6.147	5.37		
3	16.570	5.21	1.799	29.8
4	130.697	1.42		
5	-39.422	6.00	1.612	37.0
6	11.401	5.65	1.772	49.5
7	-28.798	2.24z		
8	∞	1.47		
9	∞	4.47		
10	-9.175	1.86	1.698	30.1
11	-236.127	1.49		
12	-28.694	4.52	1.772	49.5
13	-11.784	0.50		
14	-150.946	4.33	1.772	49.5
15	-23.677	1.63z		
16	44.020	4.01	1.696	55.5
17	-154.312	12.60		
18	∞	15.55		
19	∞	8.78		

[0135]

	20	-12.964	6.30	1.805	25.4
	21	-20.184	0.50		
	22	-79.437	6.31	1.772	49.5
	23	-26.803	5.84z		
	24	25.089	5.79	1.733	51.4
	25	94.021	11.28		
	26	∞	11.15		
	27	-17.106	4.02	1.805	25.4
	28	39.895	1.07		
	29	-51.285	6.30	1.799	29.8
[0136]	30	23.544	7.78	1.487	70.2
	31	-10.252	1.60	1.761	26.5
	32	-16.281	3.53		
	33	-576.999	5.72	1.595	67.7
	34	-21.736	0.50z		
	35	33.403	2.85	1.808	22.7
	36	73.744	3.00		
	37	∞	31.74	1.516	64.1
	38	∞	7.50	1.516	64.1
	39	∞	19.50	1.805	25.4
	40	∞			

IMG

表面

号	K	A	B	C	
	D	E			
[0137]	1	-2.685e+000	-2.336e-005	-1.960e-007	3.509e-009
		-2.113e-011	4.005e-014		
	2	-7.281e-001	-1.890e-004	-4.630e-010	-1.110e-009

$7.618e-011 \quad -9.632e-013$

		广角端	望远端
[0138]	d7	2.24	4.27
	d15	1.63	0.50
	d23	5.84	0.50
	d34	0.50	4.93

[0139] 根据该实施例的在其中形成透镜内共轭点3的透镜类型中,如第四实施例中所述,在透镜内共轭点3之前和之后的光学系统中的像差处于折衷关系。因此,如果在变焦期间仅移动一侧光学系统,则像差平衡被改变,从而像差的改变增加。因此,在该实施例中,第二透镜组B2和第三透镜组B3被配置为被同时移动,从而保持像差平衡。另外,第三透镜组B3被进一步移动,从而可以抑制由于第三透镜组B3的变焦导致的像面的位置变化。因此,主要通过第二透镜组B2和第四透镜组B4执行变焦功能。

[0140] 图12示出表示根据该实施例的图像形成性能的纵向像差图。可以理解,即使执行变焦时仍可以保持基本的图像性能。

[0141] 最后,列出在前文描述的全部实施例中的数值条件的值。关于条件(6a),由于广角的程度较小,所以未列出在第三和第五实施例中的数值。

[0142] [表1]

		数值示例1	数值示例2	数值示例3
[0143]	整个光学系统的焦距f。	-6.9	-10	-12.4
	第一透镜单元的焦距fF	6.09	4.43	15.20

[0144]

第二透镜单元的 焦距fR	46.3	16.1	217.5
第二透镜单元 的第一透镜的 焦距f1	-15.1	-19.2	-116
第二透镜单元 的第一组的焦 距fR1	18.5	13.5	25.7
第二透镜单元 的第一表面的 曲率半径r	-11.7	-13.4	-13.3
第二透镜单元 的第一透镜的 折射率n	1.834	1.738	1.773
条件 (2a) f1/f	2.190	1.916	9.357
条 件 (3a) f1/fF	-2.480	-4.329	-7.634
条 件 (1a) f1/fR	-0.327	-1.191	-0.533
条件 (4a) r/f	1.700	1.343	1.072
条 件 (5a) r/fR1(n-1)	-0.759	-1.351	-0.669
条 件 (6a) f1/f2	-0.174	-0.247	
条 件 (7a) f _{fo} /f			
条 件 (A1) fF/fR	0.13	0.28	0.070

[0145] [表1]-接上

	数值示例4	数值示例5	
		广角端	望远端
整个光学系统的焦距f	-6.89	-12.5	-13.9
第一透镜单元的焦距fF	5.28	15.63	16.5
第二透镜单元的焦距fR	113.4	117.5	112.6
第二透镜单元的第一透镜的焦距f1	-18.5	-73.3	-73.3
第二透镜单元的第一组的焦距fR1	19.0	24.7	23.8
第二透镜单元的第一表面的曲率半径r	-13.0	-13.0	-13.0
第二透镜单元的第一透镜的折射率n	1.805	1.805	1.805
条件 (2a) f1/f	2.692	5.861	5.271
条件 (3a) f1/fF	-3.509	-4.689	-4.440
条件 (1a) f1/fR	-0.164	-0.623	-0.650
条件 (4a) r/f	1.885	1.037	0.933

[0146]

[0147]

条件 (5a) $r/\{fR1 \cdot (n-1)\}$	-0.849	-0.652	-0.676
条件 (6a) $f1/f2$	-0.227		
条件 (7a) $ f_{fo}/f $	57.3		
条件 (A1) fF/fR	0.047	0.13	0.15

[0148] 尽管参考示例实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于所公开的示例实施例。所附的权利要求的范围要被赋予最宽的解释,从而包括所有这样的修改以及等同结构和功能。

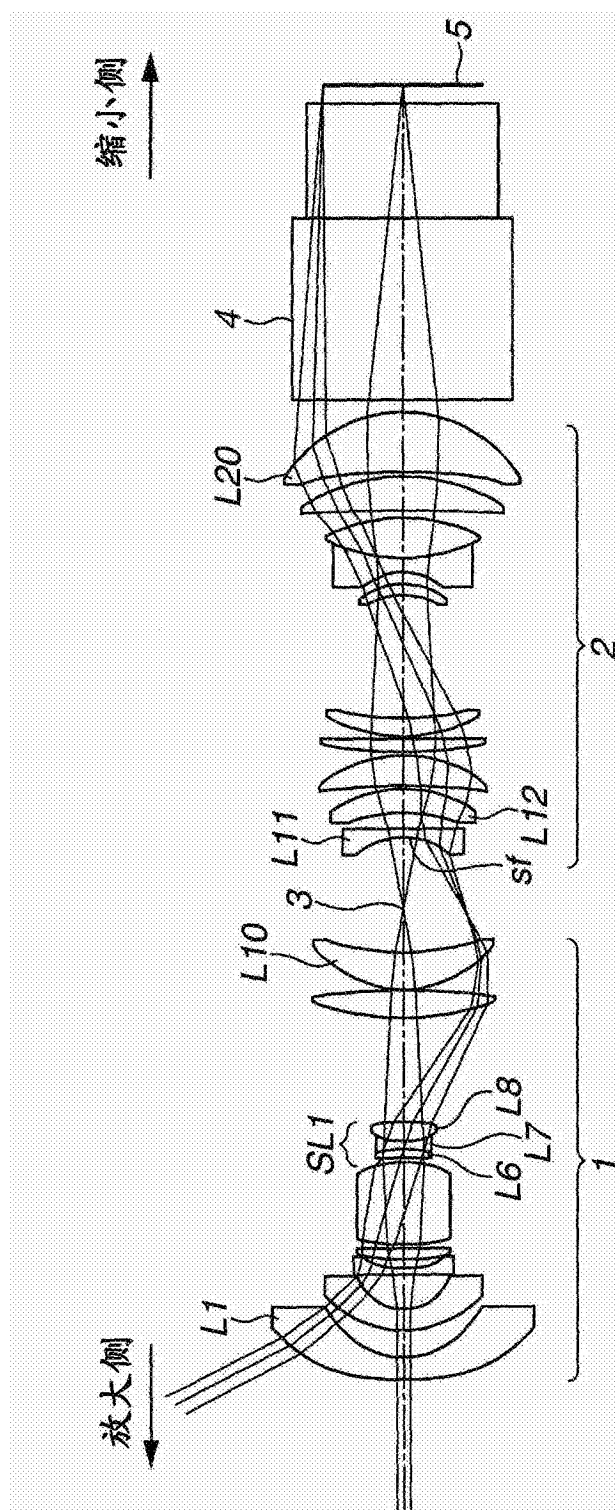


图1

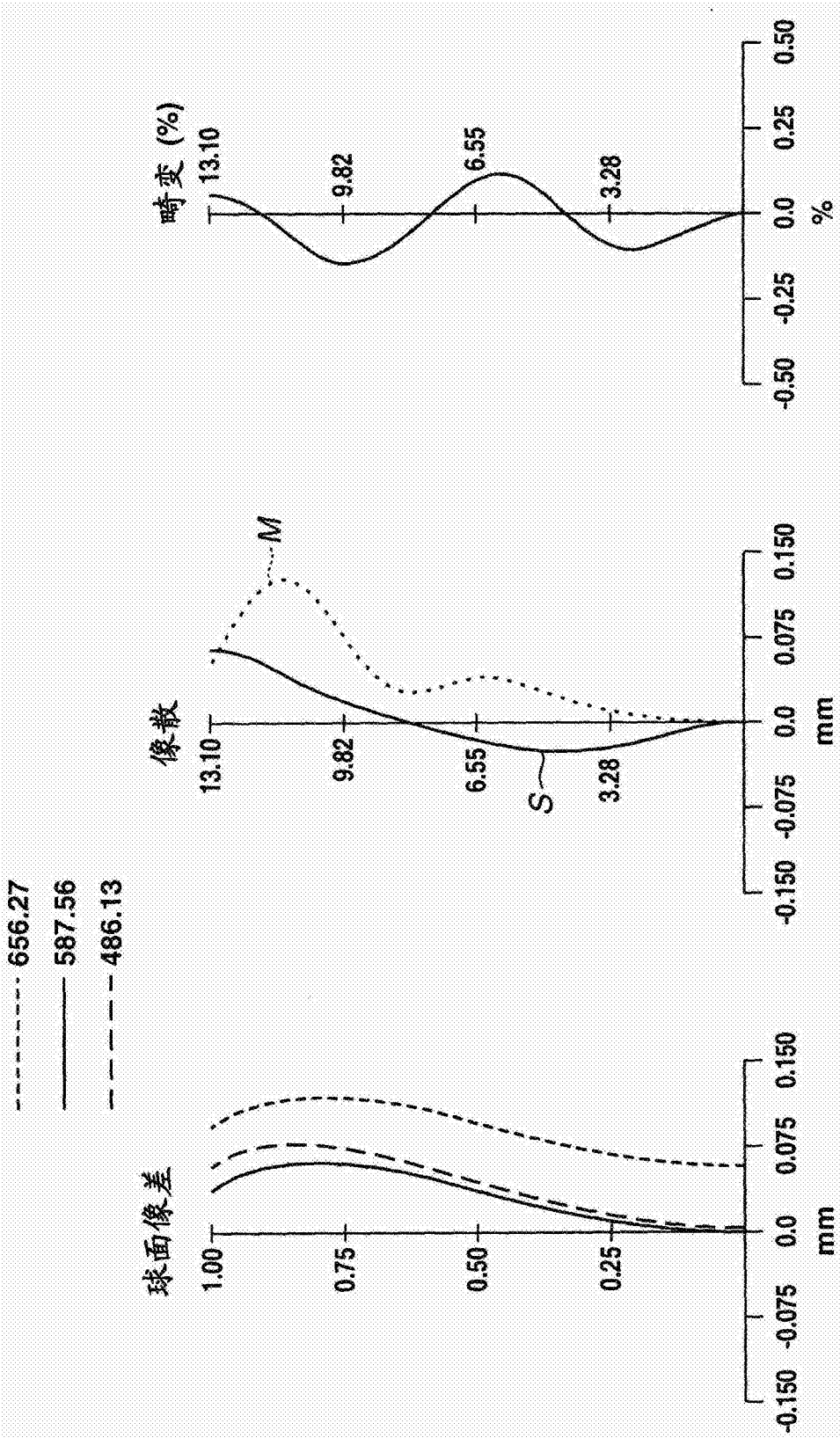


图2

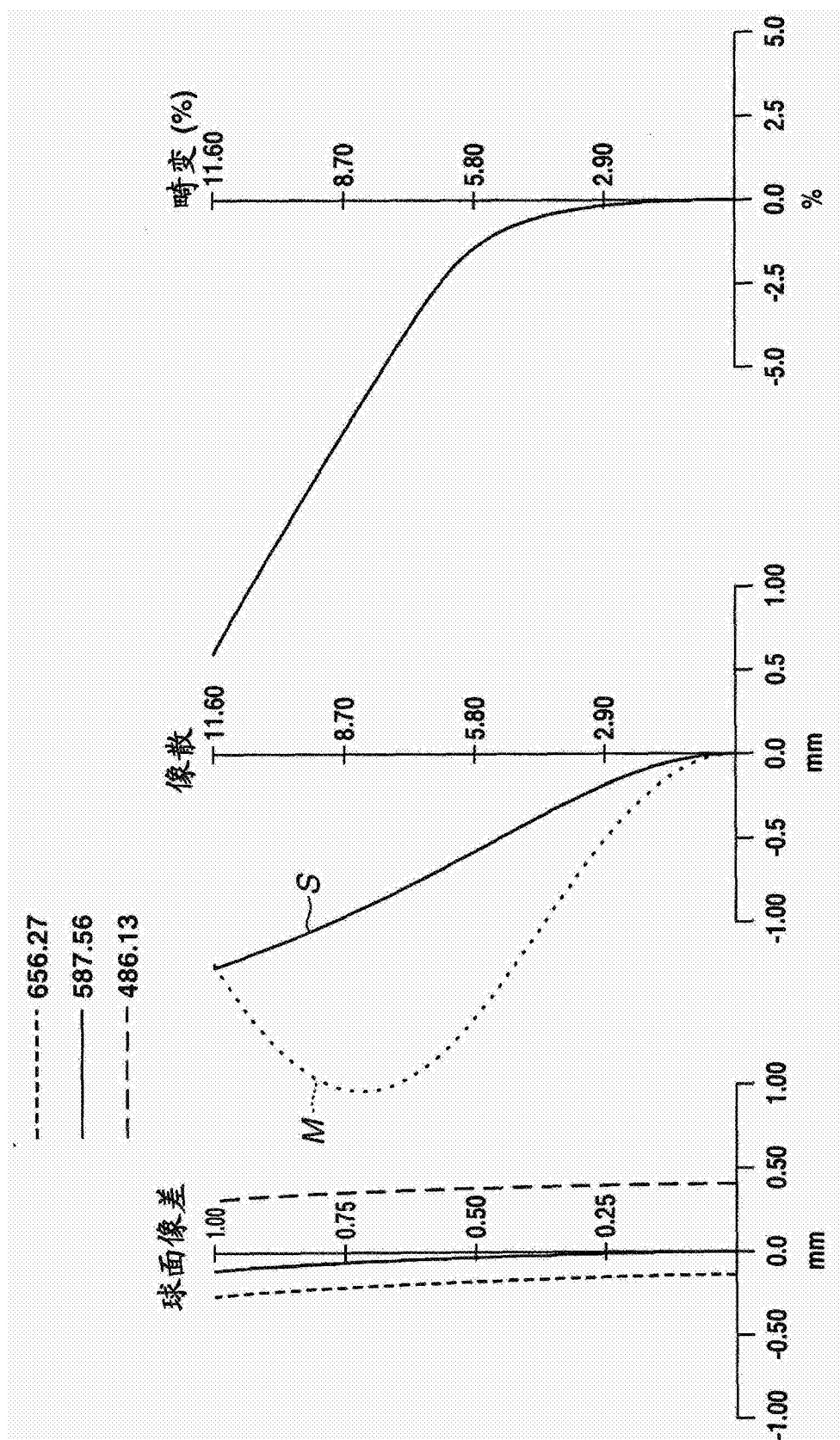


图3

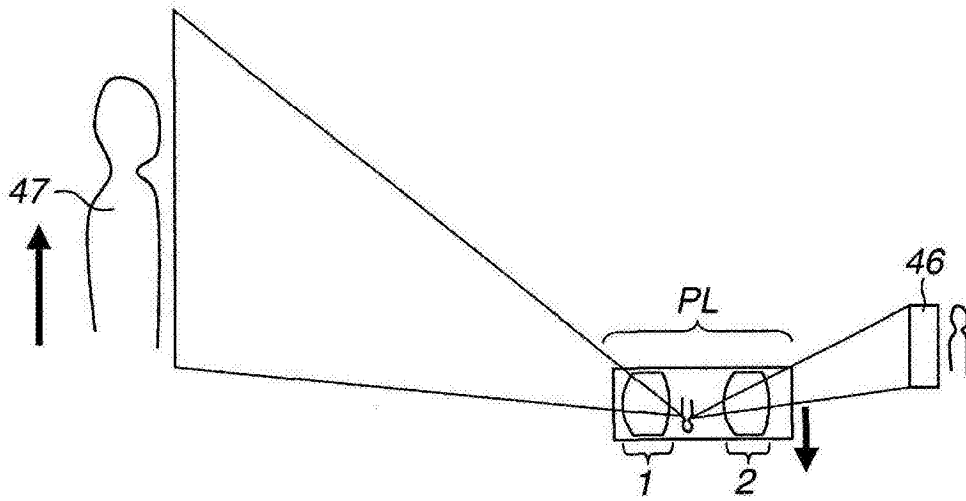


图4

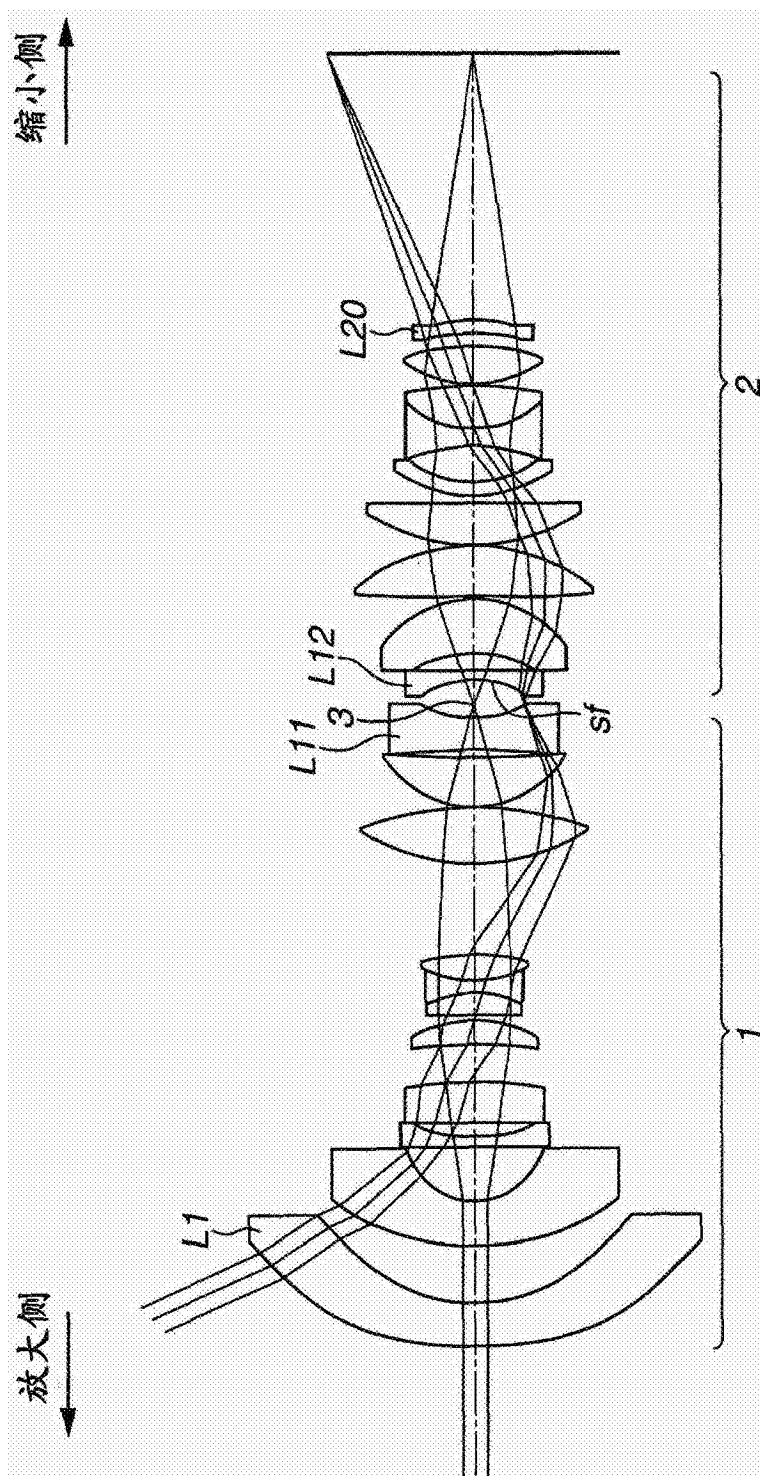


图5

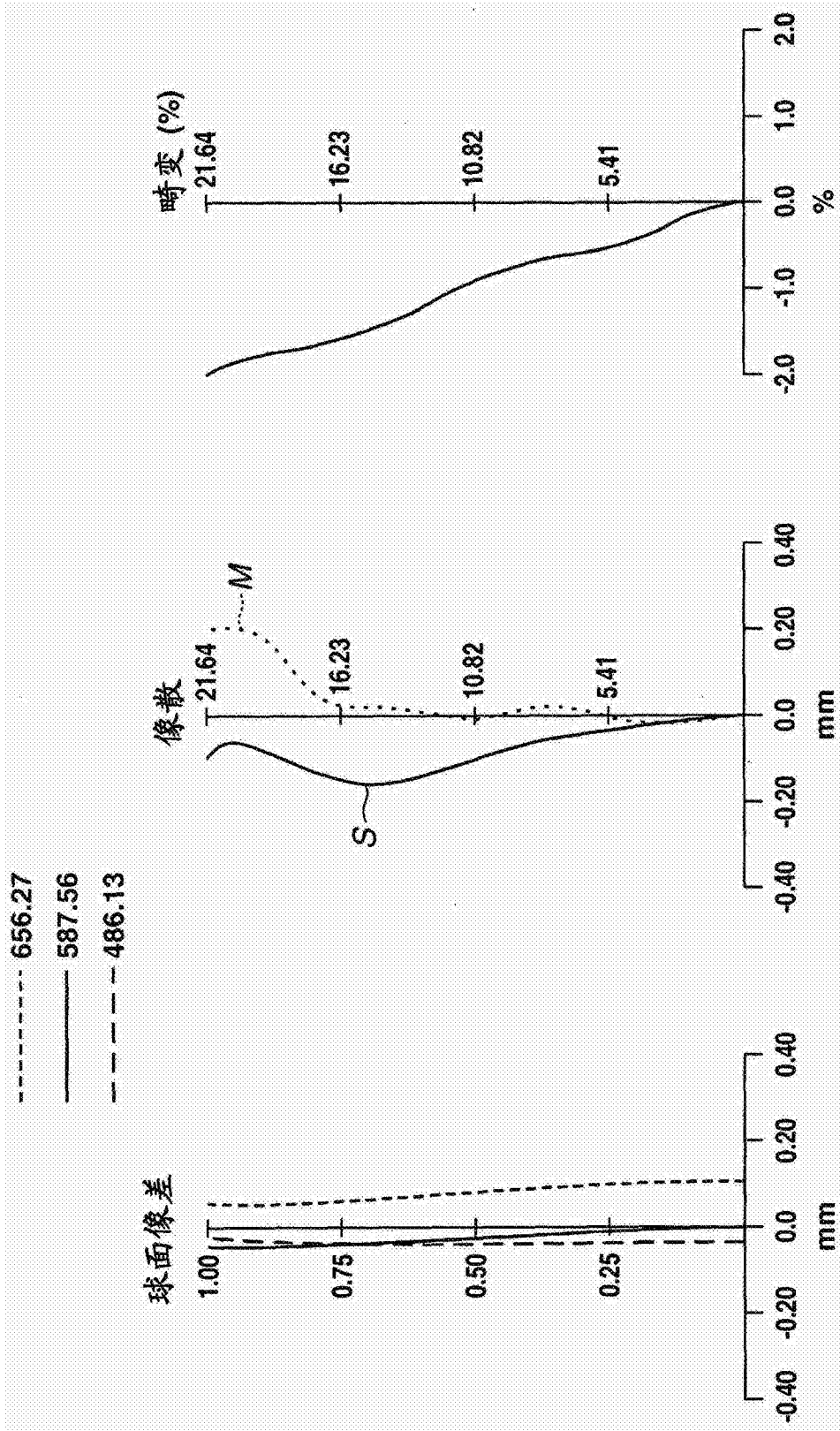


图6

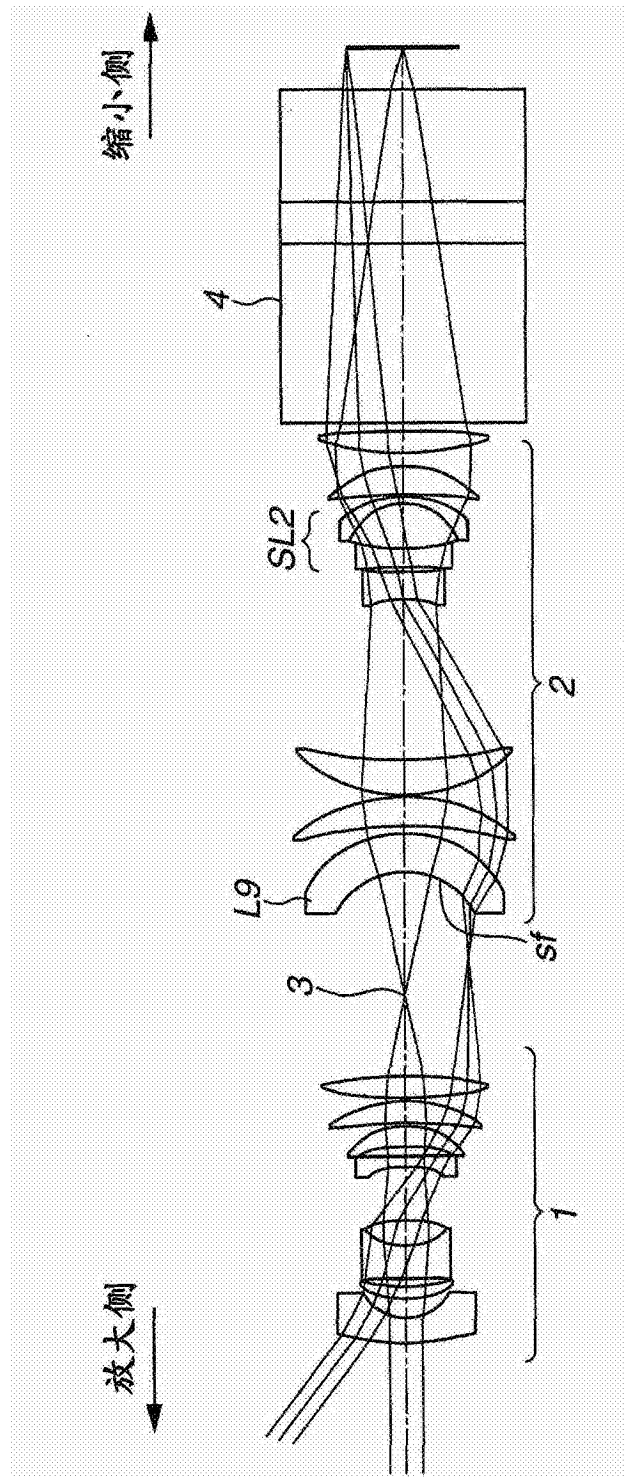


图7

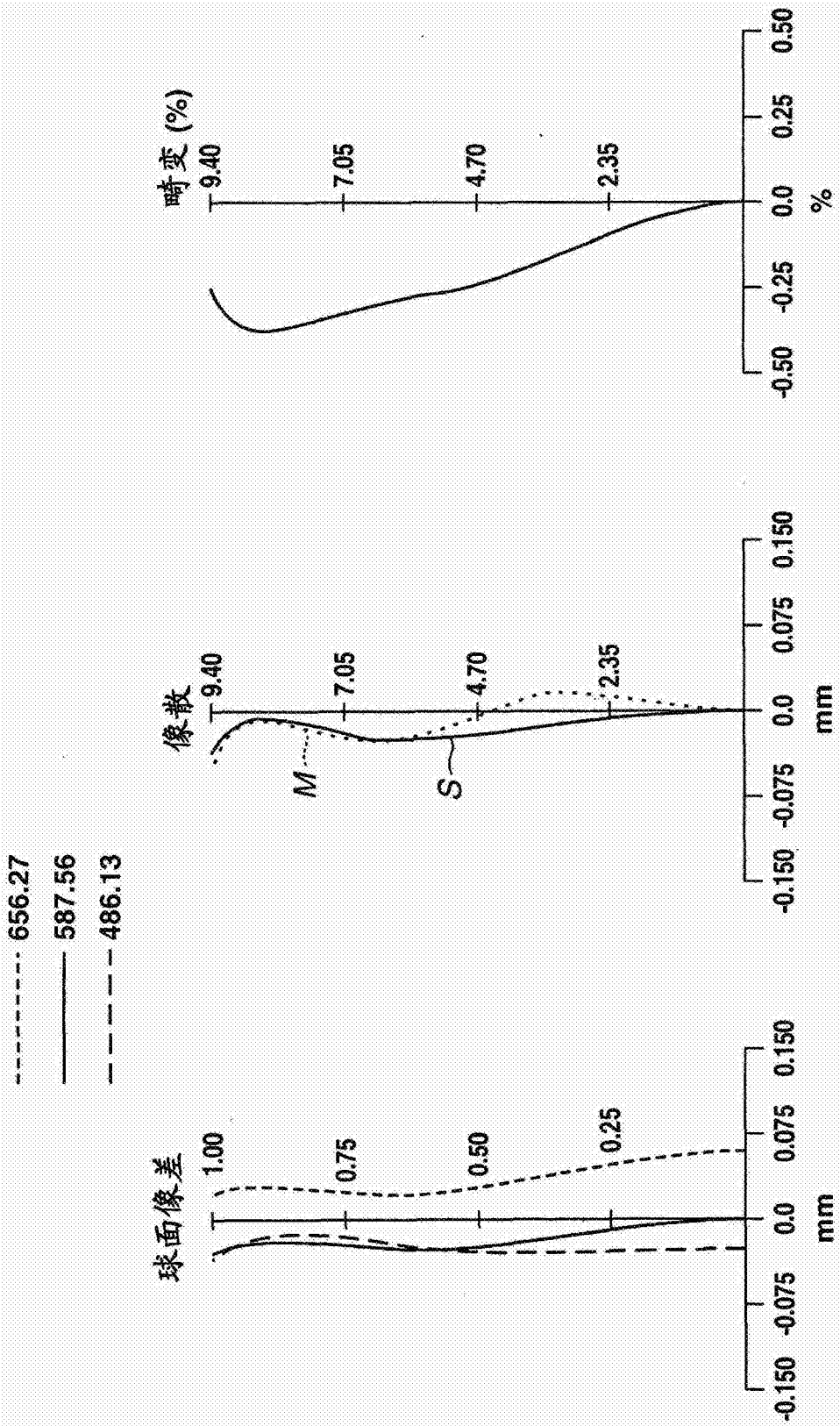


图8

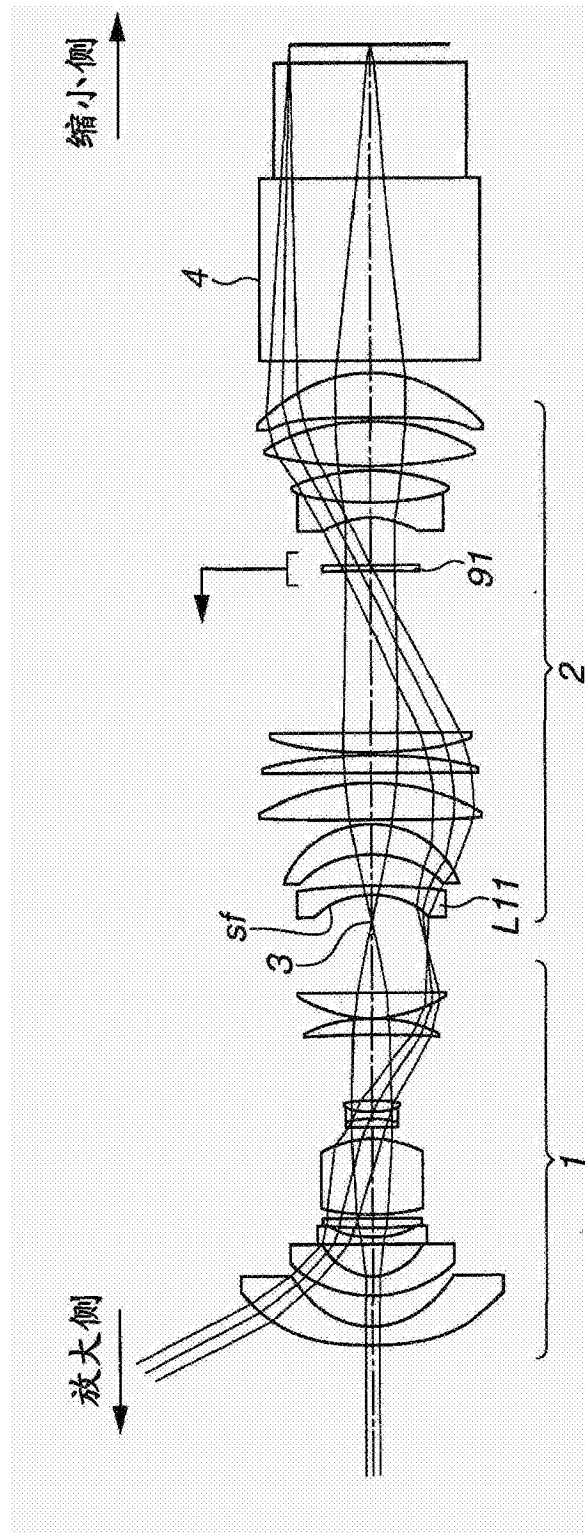


图9

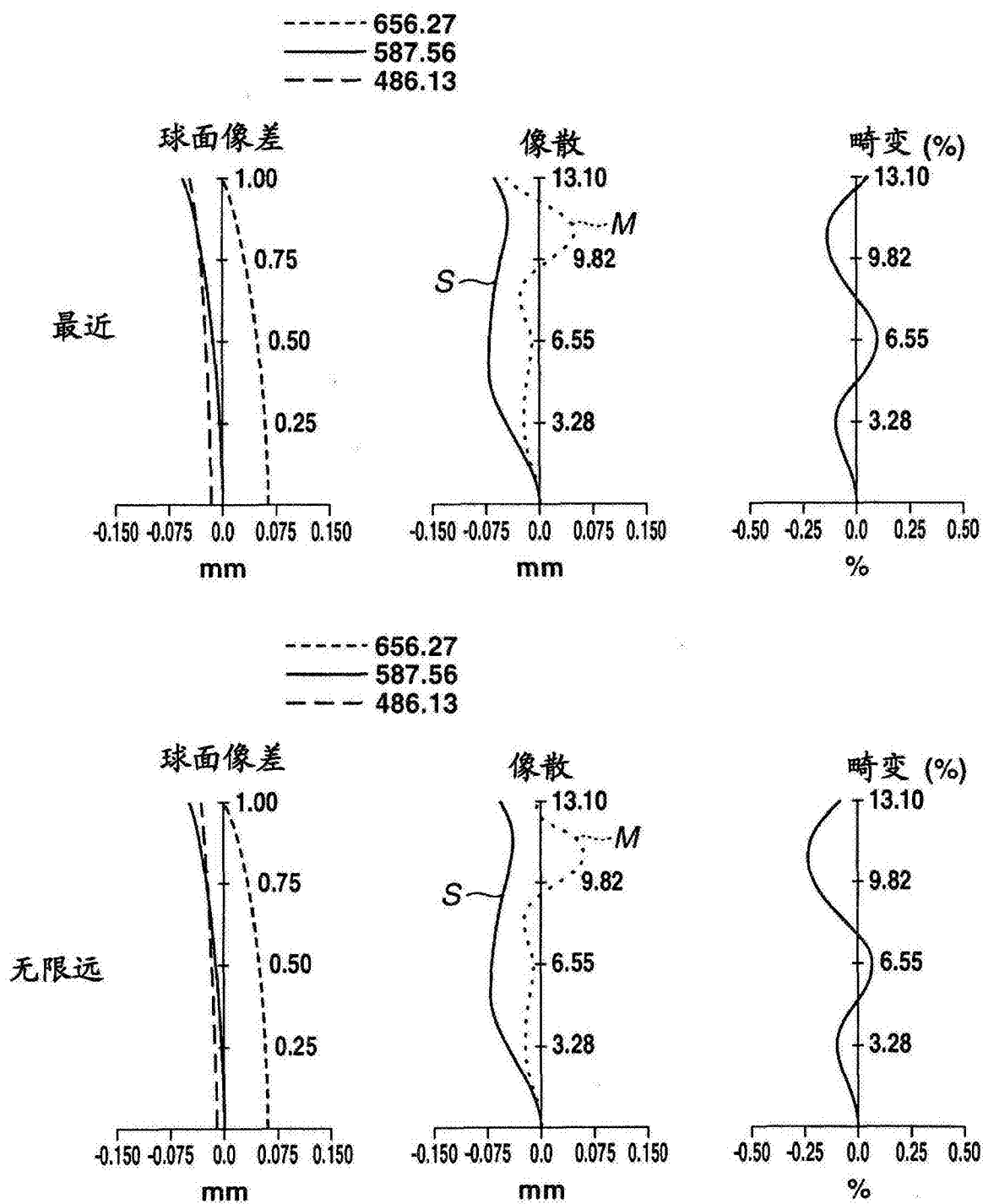


图10

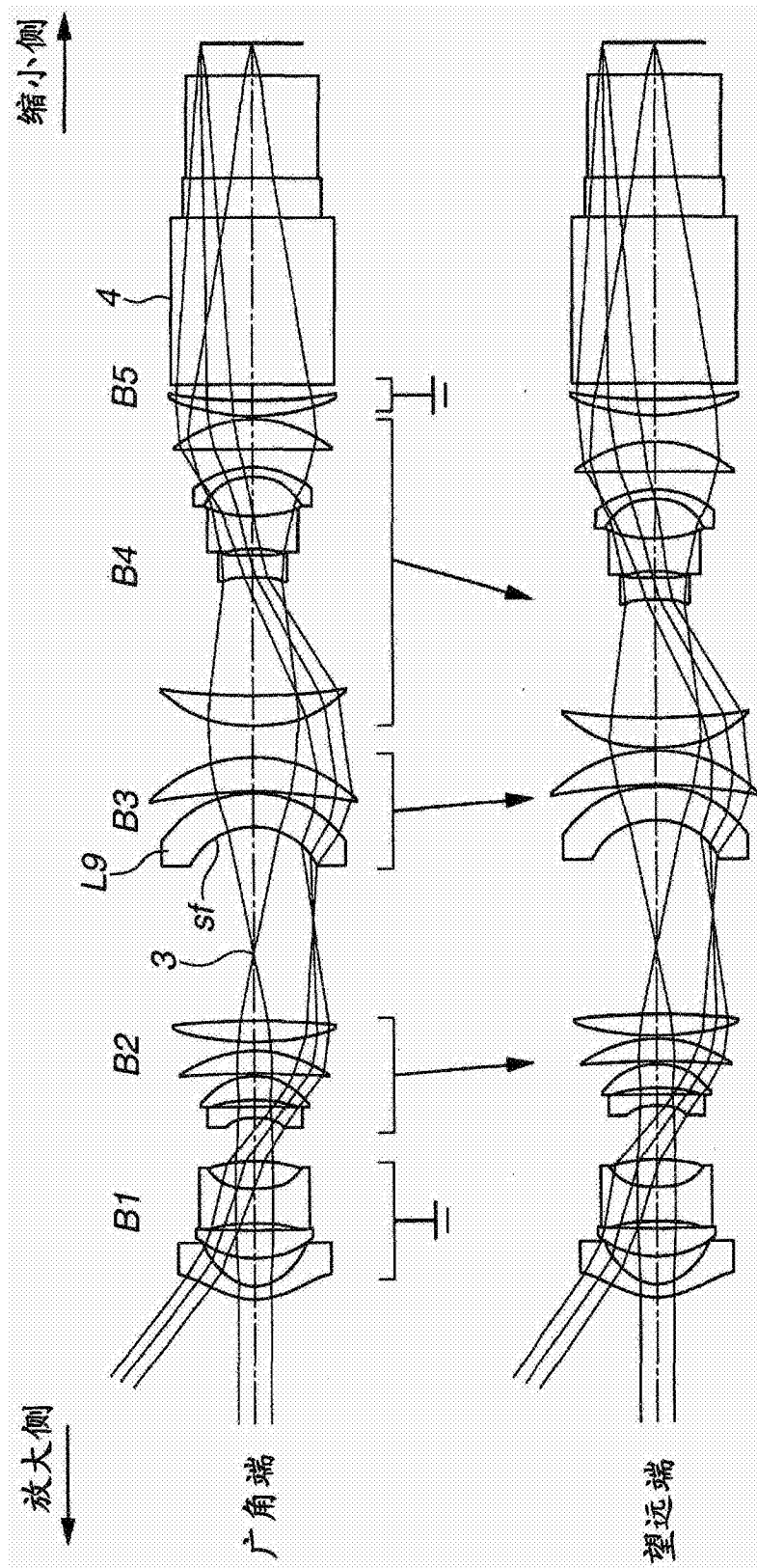


图11

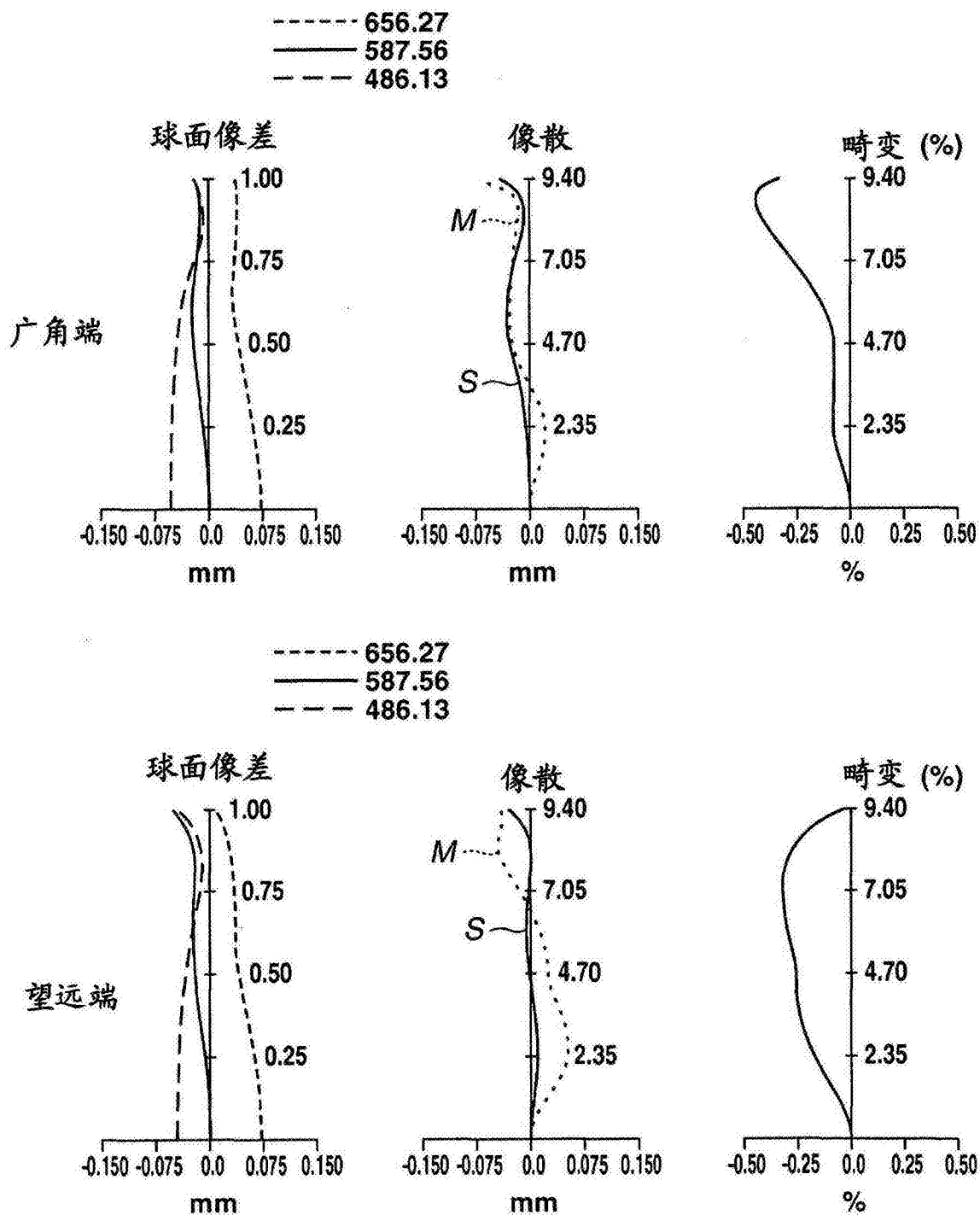


图12