



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102819097 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201210189468. 0

(22) 申请日 2012. 06. 08

(30) 优先权数据

2011-129910 2011. 06. 10 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 田代欣久 藤崎丰克

(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 康建忠

(51) Int. Cl.

G02B 15/167(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102338928 A, 2012. 02. 01,

US 5572277 A, 1996. 11. 05,

US 5572277 A, 1996. 11. 05,

CN 102004303 A, 2011. 04. 06,

JP 特开 2002-244042 A, 2002. 08. 28,

CN 101158744 A, 2008. 04. 09,

审查员 刘魁

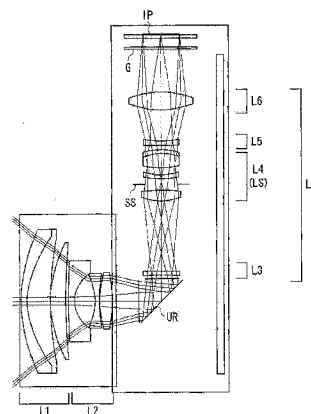
权利要求书2页 说明书44页 附图35页

(54) 发明名称

变焦透镜和配有变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明公开了变焦透镜和配有变焦透镜的图像拾取装置。该变焦透镜包括正折光力的第一透镜单元、负折光力的第二透镜单元、反射元件和包含两个或更多个透镜单元和孔径光阑的后透镜组,其中,第一透镜单元、第二透镜单元和后透镜组的两个或更多个透镜单元在变焦期间移动而反射元件静止,其中,第一透镜单元和第二透镜单元在变焦期间的移动量  $M1$  和  $M2$ 、孔径光阑的移动量  $M_s$ 、整个变焦透镜的在广角端和望远端的焦距  $f_w$  和  $f_t$ 、第二透镜单元的横向倍率  $\beta_{2w}$  和  $\beta_{2t}$  和从第一透镜面到孔径光阑的在广角端的距离  $LS_w$  被适当地设定。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧依次包括正折光力的第一透镜单元、负折光力的第二透镜单元、反射元件以及包括至少两个透镜单元和孔径光阑的后透镜组,其中,第一透镜单元、第二透镜单元和后透镜组的两个或更多个透镜单元被布置为在变焦期间移动,并且,反射元件被布置为在变焦期间静止,

这里,变焦透镜满足以下的条件:

$$1.4 < M1/M2 < 20.0$$

$$0.20 < (M2+M_s)/L_{Sw} < 0.44,$$

$$0.20 < (\beta_{2t}/\beta_{2w})/(f_t/f_w) < 0.44, \text{ 以及}$$

$$0.962 < |f_2|/D_2 < 1.20,$$

这里,  $M_1$  表示在从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元移动的距离,  $M_2$  表示在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元移动的距离,  $M_s$  表示在从广角端到望远端的变焦期间孔径光阑移动的距离;

$L_{Sw}$  表示在广角端的从孔径光阑到第一透镜单元中的最接近物侧的透镜表面的距离,

$\beta_{2w}$  和  $\beta_{2t}$  分别表示第二透镜单元的在广角端和望远端的横向倍率,

$f_w$  和  $f_t$  分别表示整个变焦透镜的在广角端和望远端的焦距,

$f_2$  表示第二透镜单元的焦距,以及

$D_2$  表示第二透镜单元的沿变焦透镜的光轴的厚度。

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足条件  $0.40 < L_{Sw}/OAL_w < 0.66$ ,这里,  $OAL_w$  表示整个变焦透镜的在广角端的长度。

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足条件  $10.0 < vd_{2p} < 20.0$ ,这里,  $vd_{2p}$  表示第二透镜单元中的具有最小的阿贝数的正透镜的阿贝数。

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足条件  $1.83 < nd_{2ave} < 2.30$ ,这里,  $nd_{2ave}$  表示制造第二透镜单元的透镜的材料的平均折射率。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足条件  $60.0 < vd_{1p} < 100.0$  以及  $1.40 < nd_{1p} < 1.70$ ,这里,  $vd_{1p}$  和  $nd_{1p}$  分别表示第一透镜单元中的正透镜中的具有最大的阿贝数的正透镜的阿贝数和折射率。

6. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足条件  $3.50 < f_1/|f_2| < 8.00$ ,这里,  $f_1$  表示第一透镜单元的焦距。

7. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,反射元件被布置为当变焦透镜的一部分回缩时移动,变焦透镜的所述部分被布置为移动到通过移动反射元件产生的空间中。

8. 根据权利要求 7 的变焦透镜,其中,变焦透镜的所述部分包含第一透镜单元和第二透镜单元。

9. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,后透镜组从物侧到像侧依次包括负折光力的第三透镜单元、正折光力的第四透镜单元、负折光力的第五透镜单元和正折光力的第六透镜单元。

10. 一种图像拾取装置,包括权利要求 1~9 中的任一项的变焦透镜和被配置为接收通过变焦透镜形成的图像的固态图像传感器。

11. 根据权利要求 10 的图像拾取装置,具有在图像拾取装置不被使用时容纳变焦透镜的外壳,其中,反射元件被布置为当变焦透镜的一部分回缩在所述外壳内时移动,并且,变

焦透镜的所述部分被布置为移动到通过移动反射元件产生的空间中。

12. 根据权利要求 11 的图像拾取装置, 其中, 变焦透镜的所述部分包含所述第一透镜单元和第二透镜单元。

## 变焦透镜和配有变焦透镜的图像拾取装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜,并且更特别地,涉及适合于在诸如视频照相机、数字照相机、广播照相机和卤化银胶片照相机的图像拾取装置中使用的摄影光学系统的变焦透镜。

### 背景技术

[0002] 近年来,要求在图像拾取装置中使用的摄影光学系统具有宽的视角、高的变焦比和小的尺寸。特别地,需要能够减小照相机的厚度的变焦透镜。使得能够实现在不使用时在外壳中的照相机的存放的可回缩变焦透镜是已知的。这通过相对于在变焦透镜处于摄影状态时的情况减小各透镜单元之间的距离实现,从而同时实现照相机的小型化和高的变焦比。另外,为了减小照相机的厚度在变焦透镜的光路内布置诸如能够将摄影光学系统的一部分的光轴弯曲或改变  $90^\circ$  的反射镜或反射棱镜的光路弯曲反射元件的光路弯曲变焦透镜是已知的。并且,作为两种类型的变焦透镜的组合,如下这样的可回缩光路弯曲变焦透镜是已知的,其中当使用照相机时使用光学弯曲线型,并且当不使用照相机时在通过沿光轴方向移动反射元件产生的空间中可回缩地存放位于反射元件的物侧的透镜单元。

[0003] 日本专利申请公开 No. 2007-279541 讨论了包括正折光力的第一透镜单元、负折光力的第二透镜单元、反射镜、正折光力的第三透镜单元和正折光力的第四透镜单元的光路弯曲变倍光学系统。另外,通过在不使用照相机时折叠反射镜并回缩第一和第二透镜单元减小照相机的尺寸。

[0004] 美国专利 No. 7889436 讨论了包括正折光力的第一透镜单元、负折光力的第二透镜单元、反射部件、负折光力的第三透镜单元、正折光力的第四透镜单元以及正或负折光力的第五透镜单元的变焦透镜。另外,通过当不使用照相机时反射部件沿光轴向像面侧的撤回和第一和第二透镜单元的回缩,实现照相机的薄型化。

[0005] 通过使用可回缩光路弯曲变焦透镜,能够有利于高的变焦比,并且,如果被应用于照相机,那么能够实现照相机的厚度减小。但是,为了获得这种优点,适当地设定变焦透镜的透镜配置并设定反射元件在光路当中的布置或孔径光阑的位置是重要的。

[0006] 例如,适当地设定诸如透镜单元的数量、各透镜单元的折光力的布置或各透镜单元在变焦期间的移动条件、被布置于光路中时的孔径光阑的位置等的透镜配置是重要的。如果这样的配置不合适,那么难以获得上述的优点。

[0007] 例如,在日本专利申请公开 No. 2007-279541 中的例子 1、2 和 4 中,进行布置,使得物侧的透镜单元的变倍贡献比反射部件大,并且,第一透镜单元的移动量被设为比第二透镜单元小。在这种例子中的每一个中,在广角端的总视角被设为  $60 \sim 65$  度。例如,为了在该配置中获得宽的视角,第二透镜单元的移动量比第一透镜单元大。因此,在广角端,前透镜被布置为远离光阑的位置。作为结果,在广角端,前透镜有效直径趋于增加。同时,为了减小第二透镜单元的移动量,必须增加第二透镜单元的折光力,并且,由于宽的视角,因此像场弯曲趋于增加。

[0008] 在日本专利申请公开 No. 2007-279541 的例子 3 中,第二透镜单元在变焦期间是静

止的。在该配置中,为了获得具有更宽的视角和更高的变焦比的变焦透镜,必须增加第一透镜单元的移动量或增加第二透镜单元的折光力。作为结果,回缩段数增加,使得透镜镜筒直径趋于增加。在可回缩光路弯曲变焦透镜中,非常难以获得宽的视角并减小前透镜有效直径。

## 发明内容

[0009] 本发明的各方面针对能够容易地以高的变焦比和宽的视角获得优异的图像并且当被应用于照相机时能够减小照相机厚度的变焦透镜和配有该变焦透镜的图像拾取装置的实施例。

[0010] 根据本发明的一方面,一种变焦透镜从物侧到像侧依次包括正折光力的第一透镜单元、负折光力的第二透镜单元、反射元件以及包括至少两个透镜单元和孔径光阑的后透镜组,其中,第一透镜单元、第二透镜单元和后透镜组的两个或更多个透镜单元被布置为在变焦期间移动,并且,反射元件被布置为在变焦期间静止,

[0011] 其中,变焦透镜满足以下的条件:

[0012]  $1.4 < M1/M2 < 20.0$

[0013]  $0.20 < (M2+Ms)/LSw < 0.44$ , 以及

[0014]  $0.20 < (\beta_{2t}/\beta_{2w})/(f_t/f_w) < 0.44$ ,

[0015] 这里,  $M1$  表示在从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元移动的距离,  $M2$  表示在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元移动的距离,  $Ms$  表示在从广角端到望远端的变焦期间孔径光阑移动的距离;

[0016]  $LSw$  表示在广角端的从孔径光阑到第一透镜单元中的最靠近物侧的透镜表面的距离,

[0017]  $\beta_{2w}$  和  $\beta_{2t}$  分别表示第二透镜单元的在广角端和望远端的横向倍率,

[0018]  $f_w$  和  $f_t$  分别表示整个变焦透镜的在广角端和望远端的焦距。

[0019] 参照附图阅读示例性实施例的以下的详细描述,本发明的其它特征和方面将变得清晰。

## 附图说明

[0020] 包含于说明书中并构成其一部分的附图示出本发明的实施例、特征和方面,并与描述一起用于解释本发明的原理。

[0021] 图 1 是示出根据本发明的第一实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0022] 图 2A、图 2B 和图 2C 分别是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0023] 图 3 是示出根据本发明的第二实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0024] 图 4A、图 4B 和图 4C 分别是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0025] 图 5 是示出根据本发明的第三实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0026] 图 6A、图 6B 和图 6C 分别是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0027] 图 7 是示出根据本发明的第四实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0028] 图 8A、图 8B 和图 8C 分别是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0029] 图 9 是示出根据本发明的第五实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0030] 图 10A、图 10B 和图 10C 分别是根据本发明的第五实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0031] 图 11 是示出根据本发明的第六实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0032] 图 12A、图 12B 和图 12C 分别是根据本发明的第六实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0033] 图 13 是示出根据本发明的第七实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0034] 图 14A、图 14B 和图 14C 分别是根据本发明的第七实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0035] 图 15 是示出根据本发明的第八实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0036] 图 16A、图 16B 和图 16C 分别是根据本发明的第八实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0037] 图 17A 和图 17B 是示出使用根据本发明的实施例的变焦透镜的图像拾取装置的示意性配置图。

[0038] 图 18 是示出使用根据本发明的实施例的变焦透镜的图像拾取装置的示意图。

## 具体实施方式

[0039] 以下将参照附图详细描述本发明的各种实施例、特征和方面。在以下描述的本发明的实施例中的每一个可单独地实现,或者在必要的情况下,或者在单个实施例中组合来自各单个实施例的要素或特征有益的情况下,可作为多个实施例或其特征的组合实现。

[0040] 根据本发明的实施例的变焦透镜从物侧到像侧依次包括正折光力的第一透镜单元和负折光力的第二透镜单元。另外,根据本发明的实施例的变焦透镜包括包含用于在  $90^\circ$  或  $90^\circ \pm 10^\circ$  内弯曲光轴的反射镜或反射棱镜的光路弯曲反射元件以及包含两个或更多个透镜单元和孔径光阑的后透镜组。在变焦期间,第一透镜单元、第二透镜单元和后透镜组的两个或更多个透镜单元移动。在变焦期间,反射元件是静止的。

[0041] 在回缩存放状态中,反射元件移动到与摄影状态时的位置不同的位置。另外,变焦透镜的一部分(例如第一透镜单元和第二透镜单元)移动到通过反射元件的移动产生的空间,并且,至少它们的一部分被回缩存放于其中。很显然,诸如仅仅第一透镜单元(L1)的透镜单元的替代部分可在激活图像捕获(摄影状态)时延伸到图像拾取装置的体部的外面,并在不致动图像捕获时回缩到图像拾取装置的体部内。

[0042] 图 1 是示出根据本发明的第一实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端(短焦距端)的透镜截面图。图 2A、图 2B 和图 2C 分别是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端(长焦距端)的像差图。

[0043] 图 3 是示出根据本发明的第二实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 4A、图 4B 和图 4C 分别是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0044] 图 5 是示出根据本发明的第三实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 6A、图 6B 和图 6C 分别是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0045] 图 7 是示出根据本发明的第四实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 8A、图 8B 和图 8C 分别是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0046] 图 9 是示出根据本发明的第五实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 10A、图 10B 和图 10C 分别是根据本发明的第五实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0047] 图 11 是示出根据本发明的第六实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 12A、图 12B 和图 12C 分别是根据本发明的第六实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0048] 图 13 是示出根据本发明的第七实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 14A、图 14B 和图 14C 分别是根据本发明的第七实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0049] 图 15 是示出根据本发明的第八实施例的变焦透镜的在光路展开时的在广角端的透镜截面图。图 16A、图 16B 和图 16C 分别是根据本发明的第八实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0050] 图 17A 和图 17B 是示出根据本发明的第一实施例的变焦透镜的光轴被光路弯曲反射元件弯曲并存放于照相机主体中时的图像拾取装置的主要部分的示意图。图 18 是示出根据本发明的实施例的图像拾取装置的主要部分的示意图。

[0051] 第一到第八实施例分别与以下描述的数值例 1 ~ 8 对应。各实施例的变焦透镜是在图像拾取装置中使用的摄影光学系统。在通过展开光路获得的透镜截面图中,左侧指的是物侧(前侧),右侧指的是像侧(后侧)。当各实施例的变焦透镜被用作投影仪等中的投影透镜时,在通过展开光路获得的透镜截面图中,左侧指的是屏幕,右侧指的是投影目标图像。在透镜截面图中, $i$  表示从物侧起的透镜单元的次序, $L_i$  表示第  $i$  个透镜单元。

[0052] LR 表示包括两个或更多个透镜单元的后透镜组。SS 表示孔径光阑。UR 表示包含用于将光学系统的光轴弯曲  $90^\circ$  的反射镜或利用内部反射的棱镜的反射元件。箭头表示从广角端到望远端的变焦期间的各透镜单元的移动轨迹。

[0053] G 表示包括滤光器和相位板等的光学块。IP 表示与在被用作视频照相机或数字照相机的摄影光学系统时的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像传感器(光电转换元件)的图像拾取面对应的或与在被用作卤化银胶片照相机的摄影光学系统时的胶片表面对应的像面。

[0054] 图 1、图 3、图 5、图 7、图 9 和图 11 所示的第一到第六实施例涉及 6 单元变焦透镜。在这样的透镜的截面图中, $L_1$  表示正折光力的第一透镜单元, $L_2$  表示负折光力的第二透镜单元,UR 表示反射元件。后透镜组 LR 包含负折光力的第三透镜单元  $L_3$ 、正折光力的第四透镜单元  $L_4$ 、负折光力的第五透镜单元  $L_5$  和正折光力的第六透镜单元  $L_6$ 。

[0055] 图 13 所示的第七实施例涉及四单元变焦透镜。在图 13 的透镜截面图中, $L_1$  表示正折光力的第一透镜单元, $L_2$  表示负折光力的第二透镜单元,UR 表示反射元件。后透镜组

LR 包含正折光力的第三透镜单元 L3 和正折光力的第四透镜单元 L4。

[0056] 图 15 所示的第八实施例涉及五单元变焦透镜。在图 15 的透镜截面图中, L1 表示正折光力的第一透镜单元, L2 表示负折光力的第二透镜单元, UR 表示反射元件。后透镜组 LR 包含正折光力的第三透镜单元 L3、负折光力的第四透镜单元 L4 和正折光力的第五透镜单元 L5。

[0057] 在图 17A 和图 17B 所示的具有根据本发明的实施例的变焦透镜的数字照相机(图像拾取装置)的示意性配置图中, 图 17A 示出摄影状态, 图 17B 示出变焦透镜不用于成像的存放状态(回缩状态)。

[0058] 图 17A 和图 17B 所示的变焦透镜是根据本发明的第一实施例的变焦透镜。在图 17A 中, L1 表示正折光力的第一透镜单元, L2 表示负折光力的第二透镜单元。UR 表示包含用于弯曲光路的反射面的反射元件, 在图 17A 中, 该反射元件是使用内部反射的棱镜。LR 表示包含相对于反射元件 UR 布置于像侧的两个或更多个透镜单元和孔径光阑 SS 的后透镜组。后透镜组 LR 包含负折光力的第三透镜单元 L3、正折光力的第四透镜单元 L4、负折光力的第五透镜单元 L5 和正折光力的第六透镜单元 L6。

[0059] 孔径光阑 SS 被布置于第四透镜单元 L4 的透镜之间。IP 表示接收通过变焦透镜形成的图像的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像传感器(光电转换元件)。在像差图中, d 线和 g 线分别表示夫琅和费(Fraunhofer)的 d 线和夫琅和费的 g 线,  $\Delta M$  和  $\Delta S$  分别表示子午像面和弧矢像面。倍率色差由 g 线表示。 $\omega$  表示半视角(度),  $F_{no}$  表示 F 数。在各实施例中, 广角端和望远端指的是变焦透镜单元位于机构的光轴上的可动范围内的各端部时的变焦位置。

[0060] 在各实施例中, 从物侧到像侧依次布置正折光力的第一透镜单元 L1、负折光力的第二透镜单元 L2、光路弯曲反射元件 UR 以及包含两个或更多个透镜单元和孔径光阑的后透镜组 LR。在变焦期间, 第一透镜单元 L1、第二透镜单元 L2、后透镜组 LR 的两个或更多个透镜单元移动。这里, 反射元件 UR 对于变焦不移动。

[0061] 由于布置在变焦期间静止的反射元件 UR, 因此, 通过弯曲变焦透镜的光路有效地利用照相机体部内的空间。作为结果, 能够实现高的变焦比, 并获得沿前后方向具有减小的尺寸的变焦透镜。另外, 由于正折光力的第一透镜单元 L1 被布置于最接近物体侧并且通过至少移动第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 进行变焦, 因此, 能够实现变焦透镜的宽视角和高变焦比。

[0062] 特别地, 在从广角端到望远端的变焦期间, 第二透镜单元 L2 的移动量比第一透镜单元 L1 的移动量小。作为结果, 前透镜(第一透镜单元 L1)在广角端被布置在更接近像侧的位置。因此, 能够减小到孔径光阑 SS 的距离, 并抑制由宽的视角导致的前透镜有效直径的增加。另外, 由于进行布置使得物侧的透镜单元的变倍贡献比反射元件 UR 的变倍贡献小, 因此能够抑制第二透镜单元 L2 的折光力的增加并适当地校正由宽的视角导致的像场弯曲。

[0063] 在各实施例中, 第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 在变焦期间移动, 并且, 第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的移动量的比或变倍贡献被适当地调整。因此, 能够抑制整个变焦透镜的尺寸的增加并容易地获得宽的视角。

[0064] 具体地, 如果满足以下的条件, 则可获得本发明的优点:

[0065]  $1.4 < M1/M2 < 20.0$  (1)

[0066]  $0.20 < (M2+Ms)/LSw < 0.44$ , and (2)

[0067]  $0.20 < (\beta 2t/\beta 2w)/(ft/fw) < 0.44$  (3),

[0068] 这里,  $M1$  和  $M2$  分别表示从广角端到望远端的变焦期间的第一透镜单元  $L1$  和第二透镜单元  $L2$  的移动量(绝对值)。  $\beta 2w$  和  $\beta 2t$  分别表示第二透镜单元  $L2$  的在广角端和望远端的横向倍率,  $LSw$  表示作为最接近物侧的透镜表面的第一透镜面上的到孔径光阑  $SS$  的在广角端的距离。  $Ms$  表示在从广角端到望远端的变焦期间的孔径光阑  $SS$  移动量(绝对值)。  $fw$  和  $ft$  分别表示整个变焦透镜的在广角端和望远端的焦距。

[0069] 条件(1)是用于限定在从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元  $L1$  和第二透镜单元  $L2$  的相对移动量的条件。在该条件中,第一透镜单元  $L1$  的移动量比第二透镜单元  $L2$  的移动量大。即,从广角端到望远端,第一透镜单元  $L1$  向物侧移动经过大的距离。作为结果,前透镜(第一透镜单元  $L1$ )被布置为在广角端更接近像侧,使得能够抑制由宽的视角导致的前透镜有效直径的增加。

[0070] 如果超出条件(1)的下限,那么相对于第一透镜单元  $L1$  的移动量,第二透镜单元  $L2$  的移动量明显较大,并且,前透镜在广角端被布置为更接近物侧。因此,由于宽的视角,前透镜有效直径增加。同时,如果超出条件(1)的上限,那么相对于第一透镜单元  $L1$  的移动量,第二透镜单元  $L2$  的移动量明显较小,由第二透镜单元  $L2$  的移动量导致的变焦效果减小。出于这种原因,必须增加第二透镜单元  $L2$  的折光力。因此,难以在广角端校正像场弯曲。

[0071] 条件(2)限定在广角端的孔径光阑  $SS$  的位置。在该条件下,进行布置,使得前透镜在广角端位于孔径光阑  $SS$  的附近。由于前透镜被布置为在广角端更接近孔径光阑  $SS$ ,因此,能够抑制由宽的视角导致的前透镜有效直径的增加。如果超出条件(2)的下限,那么用作变焦透镜单元的第二透镜单元  $L2$  的移动量明显减小,并且,对于变焦必须增加第二透镜单元  $L2$  的折光力。因此,难以在广角端校正像场弯曲。

[0072] 同时,如果超出条件(2)的上限,那么第二透镜单元  $L2$  的移动量和具有孔径光阑的透镜单元的移动量明显增加,并且,难以在广角端在孔径光阑的附近布置前透镜。因此,由于宽的视角,前透镜有效直径增加。

[0073] 条件(3)涉及第二透镜单元  $L2$  的变倍贡献量。在该条件下,通过光路弯曲反射元件  $UR$  适当地设定物侧透镜单元与像侧透镜单元之间的变倍贡献的平衡。如果超出条件(3)的下限,那么第二透镜单元  $L2$  的变倍贡献量明显减小,并且,必须通过使用反射元件  $UR$  增加像侧透镜单元的变倍贡献。作为结果,相对于反射元件  $UR$  像侧透镜系统的尺寸增加,并且,照相机的宽度增加。同时,如果超出上限,那么第二透镜单元  $L2$  的变倍贡献明显增加,因此,第二透镜单元  $L2$  的折光力增加。作为结果,难以在广角端校正像场弯曲。

[0074] 在各实施例中,更有用地,条件(1)~(3)的数值范围被设定如下:

[0075]  $1.43 < M1/M2 < 15.0$  (1a)

[0076]  $0.25 < (M2+Ms)/LSw < 0.43$  (2a)

[0077]  $0.220 < (\beta 2t/\beta 2w)/(ft/fw) < 0.440$  (3a)

[0078] 在各实施例中,更有用地,条件(1a)~(3a)的数值范围被设定如下:

[0079]  $1.46 < M1/M2 < 10.00$  (1b)

[0080]  $0.30 < (M2 + Ms) / LSw < 0.42$  (2b)

[0081]  $0.250 < (\beta_{2t} / \beta_{2w}) / (f_t / f_w) < 0.435$  (3b)

[0082] 下面,将描述根据本发明的各实施例的变焦透镜的配置。在各实施例中,当变焦透镜从摄影状态(图 17A)前进到存放状态(图 17B)时,反射元件 UR 沿光轴向像侧移动。另外,第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 移至通过移动反射元件 UR 产生的空间,并且被回缩存放于其中。如果使用这种可回缩光路弯曲变焦透镜,那么能够进一步很容易地减小照相机的前后方向的尺寸。

[0083] 在根据本发明的实施例的变焦透镜中,有用地,满足一个或更多个以下的条件。这里,  $OAL_w$  表示整个变焦透镜的在广角端的长度(相对于最接近像侧的透镜面的更接近像侧的并且不具有折光力的玻璃块的长度被称为空气等效光路长度)。

[0084]  $v_{d2p}$  表示包含于第二透镜单元 L2 中的材料中的具有最小的阿贝(Abbe)数的正透镜的材料的阿贝数。 $nd_{2ave}$  表示包含于第二透镜单元 L2 中的透镜的材料的平均折射率。 $v_{d1p}$  和  $nd_{1p}$  分别表示包含于第一透镜单元 L1 中的材料中的具有最大阿贝数的正透镜的材料的阿贝数和折射率。 $f_1$  和  $f_2$  分别表示第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的焦距。 $D_2$  表示第二透镜单元 L2 的沿光轴的厚度(从物侧的透镜的表面顶点到像侧的透镜的表面顶点的距离)。在这种情况下,有用地满足以下的条件中的至少一个。

[0085]  $0.40 < LSw / OAL_w < 0.66$  (4)

[0086]  $10.0 < v_{d2p} < 20.0$  (5)

[0087]  $1.83 < nd_{2ave} < 2.30$  (6)

[0088]  $60.0 < v_{d1p} < 100.0$  (7)

[0089]  $1.40 < nd_{1p} < 1.70$  (8)

[0090]  $3.50 < f_1 / |f_2| < 8.00$  (9)

[0091]  $0.60 < |f_2| / D_2 < 1.20$  (10)

[0092] 下面,描述各条件的技术意义。

[0093] 条件(4)限定在广角端的孔径光阑 SS 的位置。如果孔径光阑 SS 被布置为满足条件(4),那么在广角端前透镜被布置在孔径光阑 SS 的附近。因此,能够容易地抑制由宽的视角导致的前透镜有效直径的增加。

[0094] 如果超出条件(4)的下限,那么整个变焦透镜的在广角端的长度相对于从前透镜到孔径光阑 SS 的位置的距离明显增加。这导致照相机的宽度的增加。同时,如果超出条件(4)的上限,那么难以在广角端在孔径光阑 SS 附近布置前透镜。因此,由于宽的视角,前透镜有效直径增加。

[0095] 条件(5)限定包含于第二透镜单元 L2 中的正透镜的材料的阿贝数。如果在包含于第二透镜单元 L2 中的正透镜的至少一个中使用满足条件(5)的高色散材料,那么第二透镜单元 L2 内的消色差被强化,并且,能够减轻第二透镜单元 L2 的各单个透镜的折光力。作为结果,能够容易地减小第二透镜单元 L2 的厚度(沿光轴的厚度)。在这种情况下,由于第二透镜单元 L2 在照相机不被使用时回缩,因此能够减小第二透镜单元 L2 的厚度并因此减小照相机的厚度。

[0096] 如果超出条件(5)的下限,那么正透镜的材料的色散明显增加,因此,第二透镜单元 L2 内的色差被过量校正。同时,如果超出条件(5)的上限,那么正透镜的材料的色散明

显减小,并且必须增加第二透镜单元 L2 内的用于消色差的各单个透镜的焦距。作为结果,难以减小第二透镜单元 L2 的厚度。

[0097] 条件(6)限定包含于第二透镜单元 L2 中的全部的透镜的材料的平均折射率。如果包含于第二透镜单元 L2 中的全部的透镜的材料的平均折射率满足条件(6),那么第二透镜单元 L2 的厚度减小,并因此减小照相机的厚度。另外,容易校正在广角端的像场弯曲。

[0098] 如果超出条件(6)的下限,那么平均折射率明显减小,并且,第二透镜单元 L2 的厚度增加。另外,难以在广角端校正像场弯曲。同时,如果超出条件(6)的上限,那么平均折射率明显增加,并且,整个变焦透镜的 Petzval 和(Petzval sum)沿正方向增加。因此,难以对于整个变焦范围校正像场弯曲。

[0099] 条件(7)限定包含于第一透镜单元 L1 中的正透镜的材料的阿贝数。如果在包含于第一透镜单元 L1 中的正透镜中的至少一个中使用满足条件(7)的低色散材料,那么能够在从广角端到望远端的整个变焦范围上适当地校正色差。

[0100] 如果超出条件(7)的下限,那么正透镜的材料的色散明显增加,并且,在广角端的倍率色差和望远端的轴向色差不被充分校正。同时,如果超出条件(7)的上限,那么容易校正色差。但是,由于该范围的材料趋于具有低的折射率,因此第一透镜单元 L1 的厚度增加,并且,难以在望远端校正球面像差和彗形像差。

[0101] 条件(8)限定包含于第一透镜单元 L1 中的正透镜中的具有最大的阿贝数的正透镜的材料的折射率。如果具有最大的阿贝数的正透镜的材料的折射率满足条件(8),那么能够减小第一透镜单元 L1 的厚度并容易在望远端校正球面像差和彗形像差。在这种情况下,由于第一透镜单元 L1 在照相机不被使用时回缩,因此能够通过减小第一透镜单元 L1 的厚度减小照相机的厚度。

[0102] 如果超出条件(8)的下限,那么该正透镜的材料的折射率明显减小,并且,第一透镜单元 L1 的厚度增加。另外,难以在望远端校正球面像差和彗形像差。同时,如果超出条件(8)的上限,那么该正透镜的材料的折射率明显增加,并且,难以选择低色散材料。因此,难以校正广角端的倍率色差和望远端的轴向色差。

[0103] 条件(9)限定第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的折光力的平衡。如果第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的焦距平衡满足条件(9),那么能够减小整个变焦透镜的尺寸并容易获得优异的光学性能。

[0104] 如果超出条件(9)的下限或上限中的任一个,那么第一透镜单元 L1 或第二透镜单元 L2 的折光力不可避免地增加,使得难以在整个变焦范围上校正像差。因此,整个变焦透镜的尺寸增加以获得希望的变焦比。

[0105] 条件(10)限定第二透镜单元 L2 的折光力与第二透镜单元 L2 的厚度之间的平衡。如果第二透镜单元 L2 满足条件(10),那么第二透镜单元 L2 的厚度减小,使得能够减小照相机的厚度并容易在广角端执行像场弯曲的良好的校正。

[0106] 如果超出条件(10)的下限,那么第二透镜单元 L2 的折光力明显增加,并且,难以在广角端校正像场弯曲。另外,第二透镜单元 L2 的厚度明显增加,并且,照相机的厚度增加。

[0107] 在各实施例中,更有用地,条件(4)~(10)的数值范围被设定如下:

[0108]  $0.500 < LSw / OALw < 0.655$  (4a)

[0109]  $12.0 < v_{d2p} < 19.5$  (5a)

[0110]  $1.85 < nd_{2ave} < 2.20$  (6a)

[0111]  $61.0 < v_{d1p} < 98.0$  (7a)

[0112]  $1.43 < nd_{1p} < 1.65$  (8a)

[0113]  $3.60 < |f1/f2| < 7.50$  (9a)

[0114]  $0.70 < |f2/D2| < 1.15$  (10a)

[0115] 在各实施例中,更有用地,条件(4a)~(10a)的数值范围被设定如下:

[0116]  $0.520 < LSw/OALw < 0.652$  (4b)

[0117]  $14.0 < v_{d2p} < 19.0$  (5b)

[0118]  $1.87 < nd_{2ave} < 2.10$  (6b)

[0119]  $62.0 < v_{d1p} < 96.0$  (7b)

[0120]  $1.45 < nd_{1p} < 1.62$  (8b)

[0121]  $3.70 < |f1/f2| < 7.00$  (9b)

[0122]  $0.75 < |f2/D2| < 1.10$  (10b)

[0123] 下面,将详细描述各实施例的透镜配置。

[0124] 将参照图 1 描述根据本发明的第一实施例的变焦透镜。图 1 的第一实施例涉及从物侧到像侧依次包括具有正折光力、负折光力、负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的第一到第六透镜单元的六单元变焦透镜。

[0125] 在第一实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,反射元件 UR、第三透镜单元 L3 和第五透镜单元 L5 是静止的。另外,第一透镜单元 L1 和第四透镜单元 L4 向物侧移动,并且,第二透镜单元 L2 和第六透镜单元 L6 向像侧移动。这里,具有孔径光阑 SS 的透镜单元 LS 是第四透镜单元 L4。孔径光阑 SS 被布置于第四透镜单元 L4 内,并且与第四透镜单元 L4 同步地移动。另外,使用利用全反射的全反射棱镜作为反射元件 UR。

[0126] 由于负折光力的第三透镜单元 L3 被布置于反射元件 UR 的像侧,因此,第四透镜单元 L4 的正折光力增加,并且,第四透镜单元 L4 的变倍贡献增加。另外,在整个变焦透镜上实现高的变焦比,同时减轻相对于反射元件 UR 位于物侧的透镜单元的变倍贡献。

[0127] 通过沿非线性轨迹向像侧移动第六透镜单元 L6 执行对于由变焦导致的像面变化的补偿。通过使用沿光轴移动第六透镜单元 L6 的后聚焦型执行从无限远物体到有限远物体的聚焦。通过移动第四透镜单元 L4 的透镜的一部分以具有与光轴垂直的成分,执行用于校正当变焦透镜振动时产生的图像抖动的照相机抖动校正。

[0128] 将参照图 3 描述根据本发明的第二实施例的透镜单元。第二实施例在透镜单元的数量、诸如折光力布置的变焦类型、聚焦类型和照相机抖动校正类型等方面与第一实施例类似。第二实施例与第一实施例的不同在于,使用反射镜作为反射元件 UR。

[0129] 将参照图 5 描述根据本发明的第三实施例的透镜单元。第三实施例在变焦类型、聚焦类型和照相机抖动校正类型等方面与第一实施例类似。第三实施例与第一实施例的不同在于,孔径光阑 SS 被独立地配置,并且在变焦期间独立地移动。

[0130] 具体地,孔径光阑 SS 被布置于第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间,并且在从广角端到望远端的变焦期间与各透镜单元独立地向物侧移动。在广角端,孔径光阑的位置更接近物侧。因此,能够有利地减小前透镜有效直径。

[0131] 将参照图 7 描述根据本发明的第四实施例的透镜单元。第四实施例在变焦类型、聚焦类型和照相机抖动校正类型等方面与第一实施例类似。第四实施例与第一实施例的不同在于,第五透镜单元 L5 在变焦期间移动。具体地,通过在从广角端到望远端的变焦期间向物侧移动第五透镜单元 L5,适当地校正中间变焦位置的像场弯曲的变化等。

[0132] 将参照图 9 描述根据本发明的第五实施例的透镜单元。第五实施例在变焦类型、聚焦类型和照相机抖动校正类型等方面与第一实施例类似。第五实施例与第一实施例的不同在于变焦比较大。在第五实施例中,在第一透镜单元 L1 的正透镜中使用异常部分色散的低色散材料。因此,能够适当地校正由高变焦比导致的望远端的色差的增加。

[0133] 将参照图 11 描述根据本发明的第六实施例的透镜单元。第六实施例在变焦类型、聚焦类型和照相机抖动校正类型等方面与第一实施例类似。第六实施例与第一实施例的不同在于,变焦比较大。在第六实施例中,作为低色散材料的替代,在第一透镜单元 L1 的正透镜中使用异常部分色散的高折射率材料。因此,能够适当地校正由高变焦比导致的望远端的色差的增加,并减小第一透镜单元 L1 的厚度。

[0134] 将参照图 13 描述根据本发明的第七实施例的透镜单元。在第七实施例中,透镜单元是从物侧依次包含具有正折光力、负折光力、正折光力和正折光力的第一到第四透镜单元的四单元变焦透镜。在第七实施例中,反射元件 UR 在从广角端到望远端的变焦期间是静止的。第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 被布置于物侧,并且,第二透镜单元 L2 被布置于像侧。第四透镜单元 L4 非线性地移动。

[0135] 这里,具有孔径光阑 SS 的透镜单元 LS 是第三透镜单元 L3。孔径光阑 SS 被布置于第三透镜单元 L3 内,并且与第三透镜单元 L3 同步地移动。另外,与第一实施例类似,使用全反射棱镜作为反射元件 UR。由于在从广角端到望远端的变焦期间获得紧接于反射元件 UR 的位置之前的第三透镜单元 L3 的移动行程,因此,第三透镜单元 L3 的变倍贡献增加。另外,在减轻相对于反射元件 UR 被布置于物侧的透镜单元的变倍贡献的同时,实现整个透镜单元中的高变焦比。

[0136] 通过沿非线性轨迹向像侧移动第四透镜单元 L4,执行对于由变焦导致的像面的变化的补偿。通过使用沿光轴移动第四透镜单元 L4 的后聚焦型,执行从无限远物体到有限远物体的聚焦。通过移动第三透镜单元 L3 的透镜的一部分以具有与光轴垂直的成分,执行照相机抖动的校正。

[0137] 将参照图 15 描述根据本发明的第八实施例的透镜单元。在第八实施例中,透镜单元是从物侧起依次包括具有正折光力、负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的第一到第五透镜单元的五单元变焦透镜。

[0138] 在第八实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,反射元件 UR 和第四透镜单元 L4 是静止的,并且,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 向物侧移动,并且,第二透镜单元 L2 和第五透镜单元 L5 向像侧移动。这里,具有孔径光阑 SS 的透镜单元 LS 是第三透镜单元 L3。孔径光阑 SS 被布置于第三透镜单元 L3 内并且与第三透镜单元 L3 同步地移动。另外,与第一实施例类似,使用全反射棱镜作为反射元件 UR。

[0139] 由于在从广角端到望远端的变焦期间获得紧接于反射元件 UR 的位置之前的第三透镜单元 L3 的移动行程,因此,第三透镜单元 L3 的变倍贡献增加。另外,由于在第三透镜单元 L3 与第五透镜单元 L5 之间添加负折光力的第四透镜单元 L4,因此,第五透镜单元 L5

的正折光力增加,并且,变倍贡献和聚焦敏感度均增加。因此,第三透镜单元 L3 和第五透镜单元 L5 的变倍贡献增加,并且能够在减轻相对于反射元件 UR 布置于物侧的透镜单元的变倍贡献的同时在整个变焦透镜中实现高的变焦比。

[0140] 通过沿非线性轨迹向像侧移动第五透镜单元 L5,执行对于由变焦导致的像面的变化的补偿。通过使用沿光轴移动第五透镜单元 L5 的后聚焦类型,执行从无限远物体到有限远物体的聚焦。通过移动第三透镜单元 L3 的透镜的一部分以具有与光轴垂直的成分,执行照相机抖动的校正。

[0141] 在各实施例的变焦透镜中,为了控制 F 数在变焦期间的变化,可根据变焦位置控制孔径光阑 SS 的孔径直径。另外,当本发明被应用于具有电子图像传感器的数字照相机时,可以以电气的方式校正(通过图像处理校正)通过变焦透镜形成的图像的畸变。

[0142] 以下,将描述与第一到第八实施例对应的数值例 1~8 的具体的数值数据。在各数值例中,i 表示从物侧起计数的表面号,ri 表示第 i 个光学表面(第 i 个表面)的曲率半径。另外,di 表示第 i 个表面与第(i+1)个表面之间的轴向距离,ndi 和 v di 分别表示对于 d 线的第 i 个光学部件的折射率和阿贝数。视角由半视角(度)表示。这里,阿贝数 v d 可被表达如下:

[0143]  $v d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$ ,

[0144] 这里,Nd 表示对于夫琅和费的 d 线(波长:587.6nm)的折射率,NF 表示对于夫琅和费的 F 线(波长:486.1nm)的折射率,并且,NC 表示对于夫琅和费的 C 线(波长:656.3nm)的折射率。

[0145] 非球面形状可被表达如下:

[0146]  $x = (h^2/r) / [1 + \{1 - (1+K) \times (h/r)^2\}^{1/2}] + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6 + A_8 \times h^8 + A_{10} \times h^{10}$ ,

[0147] 这里,光的传播方向被设为正,x 表示沿光轴方向的距表面顶点的位移量,h 表示沿与光轴垂直的方向的距光轴的高度,r 表示旁轴曲率半径,K 表示圆锥常数,A4、A6、A8 和 A10 表示非球面系数。

[0148] 另外,表达方式“ $\pm eXX$ ”意味着“ $\times 10^{\pm XX}$ ”。在表 1 中表示上述的条件与数值例之间的关系。

[0149] 数值例 1

[0150] 单位:mm

[0151] 表面数据

[0152]

| 表面号 | r      | d    | nd     | vd   | 有效直径  |
|-----|--------|------|--------|------|-------|
| 1   | 29.442 | 1.10 | 1.8466 | 23.9 | 24.53 |

[0153]

|         |          |      |             |      |       |
|---------|----------|------|-------------|------|-------|
|         |          |      | 6           |      |       |
| 2       | 18.140   | 4.00 | 1.4874<br>9 | 70.2 | 21.76 |
| 3       | 58.222   | 0.10 |             |      | 21.01 |
| 4       | 21.740   | 2.80 | 1.7725<br>0 | 49.6 | 20.46 |
| 5       | 88.350   | 可变   |             |      | 19.94 |
| 6       | 88.743   | 1.05 | 1.8495<br>4 | 40.1 | 13.50 |
| 7*      | 5.649    | 3.78 |             |      | 9.27  |
| 8       | -11.341  | 0.60 | 1.8830<br>0 | 40.8 | 8.92  |
| 9       | 24.462   | 0.16 |             |      | 9.11  |
| 10      | 17.486   | 2.35 | 1.9228<br>6 | 18.9 | 9.31  |
| 11      | -23.100  | 可变   |             |      | 9.31  |
| 12      | $\infty$ | 8.00 | 1.8340<br>0 | 37.2 | 7.26  |
| 13      | $\infty$ | 0.68 |             |      | 5.77  |
| 14      | -24.294  | 0.60 | 1.7725<br>0 | 49.6 | 5.89  |
| 15      | -41.535  | 可变   |             |      | 6.06  |
| 16*     | 8.978    | 2.00 | 1.5533<br>2 | 71.7 | 6.39  |
| 17*     | -32.298  | 1.02 |             |      | 6.31  |
| 18 (光阑) | $\infty$ | 1.02 |             |      | 6.10  |
| 19      | 11.955   | 0.60 | 1.8466<br>6 | 23.9 | 5.85  |
| 20      | 7.462    | 1.33 |             |      | 5.59  |
| 21      | 14.272   | 2.70 | 1.4874<br>9 | 70.2 | 5.73  |
| 22      | -7.881   | 0.61 | 1.8830<br>0 | 40.8 | 5.86  |
| 23      | -12.552  | 可变   |             |      | 6.04  |
| 24      | -46.317  | 0.70 | 1.6031<br>1 | 60.6 | 5.77  |
| 25      | 11.130   | 可变   |             |      | 5.81  |
| 26*     | 12.732   | 3.35 | 1.4874<br>9 | 70.2 | 10.38 |

[0154]

|    |          |      |             |      |       |
|----|----------|------|-------------|------|-------|
| 27 | -14.944  | 可变   |             |      | 10.39 |
| 28 | $\infty$ | 0.30 | 1.5163<br>3 | 64.1 | 20.00 |
| 29 | $\infty$ | 1.50 |             |      | 20.00 |
| 30 | $\infty$ | 0.50 | 1.5163<br>3 | 64.1 | 20.00 |
| 31 | $\infty$ |      |             |      | 20.00 |
| 像面 | $\infty$ |      |             |      |       |

[0155] 非球面数据

[0156] 第七表面

[0157]  $K=0.00000e+000$   $A4=-1.08503e-004$   $A6=-6.19351e-006$   $A8=2.36397e-007$   
 $A10=-1.20711e-008$

[0158] 第十六表面

[0159]  $K=-4.71075e-001$   $A4=-5.10203e-005$   $A6=1.18500e-007$   $A8=-1.31444e-008$

[0160] 第十七表面

[0161]  $K=-1.87937e+001$   $A4=3.60355e-005$

[0162] 第二十六表面

[0163]  $K=0.00000e+000$   $A4=-9.54239e-005$   $A6=-9.58971e-007$   $A8=8.96786e-009$

[0164] 各种数据

[0165] 变焦比 :9.42

[0166]

|      | 广角    | 中间    | 望远    |
|------|-------|-------|-------|
| 焦距   | 4.43  | 16.29 | 41.71 |
| F 数  | 3.11  | 4.91  | 6.07  |
| 半视角  | 36.96 | 13.38 | 5.31  |
| 像高   | 3.33  | 3.88  | 3.88  |
| 透镜总长 | 73.53 | 79.52 | 86.37 |
| BF   | 0.50  | 0.50  | 0.50  |

|            |        |        |        |
|------------|--------|--------|--------|
| d5         | 0.50   | 10.31  | 17.16  |
| d11        | 4.75   | 0.94   | 0.93   |
| d15        | 12.8   | 5.24   | 0.32   |
| d23        | 0.91   | 8.47   | 13.39  |
| d25        | 5.56   | 10.03  | 10.79  |
| d27        | 7.65   | 3.18   | 2.43   |
| 入射光瞳<br>位置 | 15.01  | 42.25  | 89.55  |
| 出射光瞳<br>位置 | -63.23 | 64.31  | 46.98  |
| 前侧主点<br>位置 | 19.14  | 62.70  | 168.69 |
| 后侧主点<br>位置 | -3.93  | -15.79 | -41.21 |

[0167] 变焦透镜单元数据

[0168]

| 单元 | 开始表面 | 焦距       | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
|----|------|----------|------|--------|--------|
| L1 | 1    | 36.47    | 8.00 | 1.44   | -3.58  |
| L2 | 6    | -6.59    | 7.94 | 0.45   | -6.18  |
| UR | 12   | $\infty$ | 8.00 | 2.18   | -2.18  |
| L3 | 14   | -76.93   | 0.60 | -0.48  | -0.83  |
| L4 | 16   | 12.26    | 9.29 | 2.39   | -6.03  |
| L5 | 24   | -14.81   | 0.70 | 0.35   | -0.08  |
| L6 | 26   | 14.68    | 3.35 | 1.08   | -1.27  |
| G  | 28   | $\infty$ | 2.30 | 1.01   | -1.01  |

[0169] 单个透镜数据

[0170]

| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
|----|------|--------|
| 1  | 1    | -58.43 |
| 2  | 2    | 52.34  |
| 3  | 4    | 36.66  |
| 4  | 6    | -7.14  |
| 5  | 8    | -8.71  |
| 6  | 10   | 11.09  |
| 7  | 12   | 0.00   |
| 8  | 14   | -76.93 |
| 9  | 16   | 12.92  |
| 10 | 19   | -24.98 |
| 11 | 21   | 10.85  |
| 12 | 22   | -25.56 |
| 13 | 24   | -14.81 |
| 14 | 26   | 14.68  |
| 15 | 28   | 0.00   |
| 16 | 30   | 0.00   |

[0171] 数值例 2

[0172] 单位 :mm

[0173] 表面数据

[0174]

| 表面号 | r      | d    | nd      | v d  | 有效直径  |
|-----|--------|------|---------|------|-------|
| 1   | 32.569 | 1.20 | 1.84666 | 23.9 | 24.31 |
| 2   | 19.807 | 3.60 | 1.59282 | 68.6 | 21.76 |

|        |          |      |         |      |       |
|--------|----------|------|---------|------|-------|
| 3      | 69.358   | 0.11 |         |      | 21.27 |
| 4      | 23.456   | 2.70 | 1.77250 | 49.6 | 20.62 |
| 5      | 73.065   | 可变   |         |      | 19.99 |
| 6      | 117.517  | 1.20 | 1.86400 | 40.6 | 13.62 |
| 7 *    | 6.215    | 3.73 |         |      | 9.61  |
| 8      | -12.077  | 0.70 | 1.88300 | 40.8 | 9.31  |
| 9      | 30.450   | 0.12 |         |      | 9.57  |
| 10     | 18.308   | 2.00 | 1.92286 | 18.9 | 9.79  |
| 11     | -26.183  | 可变   |         |      | 9.79  |
| 12     | $\infty$ | 8.00 |         |      | 7.98  |
| 13     | $\infty$ | 0.69 |         |      | 5.97  |
| 14     | -25.508  | 0.65 | 1.77250 | 49.6 | 6.07  |
| 15     | -49.142  | 可变   |         |      | 6.24  |
| 16 *   | 9.848    | 2.10 | 1.55332 | 71.7 | 6.55  |
| 17 *   | -34.828  | 1.11 |         |      | 6.47  |
| 18(光阑) | $\infty$ | 1.11 |         |      | 6.25  |
| 19     | 12.978   | 0.65 | 1.84666 | 23.9 | 5.99  |
| 20     | 8.181    | 1.63 |         |      | 5.74  |
| 21     | 15.449   | 2.90 | 1.48749 | 70.2 | 5.81  |
| 22     | -8.986   | 0.65 | 1.88300 | 40.8 | 5.61  |

[0175]

|      |          |      |         |      |       |
|------|----------|------|---------|------|-------|
| 23   | -14.140  | 可变   |         |      | 5.75  |
| 24   | -49.593  | 0.80 | 1.60311 | 60.6 | 5.68  |
| 25   | 12.334   | 可变   |         |      | 5.73  |
| 26 * | 14.792   | 3.00 | 1.48749 | 70.2 | 9.84  |
| 27   | -15.612  | 可变   |         |      | 9.88  |
| 28   | $\infty$ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 29   | $\infty$ | 1.50 |         |      | 20.00 |
| 30   | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 31   | $\infty$ |      |         |      | 20.00 |
| 像面   | $\infty$ |      |         |      |       |

[0176] 非球面数据

[0177] 第七表面

[0178]  $K=0.00000e+000$   $A4=-5.94099e-005$   $A6=-2.81478e-006$   $A8=1.22686e-007$   
 $A10=-2.51021e-009$

[0179] 第十六表面

[0180]  $K=-3.43698e-001$   $A4=-3.65178e-005$   $A6=-7.24008e-007$   $A8=1.20830e-008$

[0181] 第十七表面

[0182]  $K=-3.02555e+001$   $A4=2.39378e-005$

[0183] 第二十六表面

[0184]  $K=0.00000e+000$   $A4=-6.71413e-005$   $A6=-5.68829e-007$   $A8=6.21340e-009$

[0185] 各种数据

[0186] 变焦比 :8.53

[0187]

|     | 广角   | 中间    | 望远    |
|-----|------|-------|-------|
| 焦距  | 4.90 | 14.24 | 41.76 |
| F 数 | 3.29 | 4.69  | 6.07  |

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 半视角    | 34.25  | 15.22  | 5.30   |
| 像高     | 3.33   | 3.88   | 3.88   |
| 透镜总长   | 74.02  | 78.10  | 86.77  |
| BF     | 0.50   | 0.50   | 0.50   |
| d5     | 0.80   | 8.56   | 17.3   |
| d11    | 4.56   | 0.88   | 0.81   |
| d15    | 12.34  | 4.83   | 0.40   |
| d23    | 1.65   | 9.16   | 13.59  |
| d25    | 4.68   | 8.13   | 10.81  |
| d27    | 8.55   | 5.10   | 2.42   |
| 入射光瞳位置 | 16.32  | 37.16  | 99.03  |
| 出射光瞳位置 | -50.39 | 221.85 | 63.65  |
| 前侧主点位置 | 20.75  | 52.31  | 168.4  |
| 后侧主点位置 | -4.40  | -13.74 | -41.26 |

[0188] 变焦透镜单元数据

[0189]

| 单元 | 开始表面 | 焦距    | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
|----|------|-------|------|--------|--------|
| L1 | 1    | 36.85 | 7.61 | 0.73   | -3.82  |
| L2 | 6    | -7.14 | 7.74 | 0.52   | -5.84  |

|     |    |          |       |       |       |
|-----|----|----------|-------|-------|-------|
| UR  | 12 | $\infty$ | 8.00  | 4.00  | -4.00 |
| L3  | 14 | -69.49   | 0.65  | -0.40 | -0.77 |
| L4  | 16 | 13.32    | 10.16 | 2.72  | -6.61 |
| L5  | 24 | -16.30   | 0.80  | 0.40  | -0.10 |
| L 6 | 26 | 16.10    | 3.00  | 1.01  | -1.07 |
| G   | 28 | $\infty$ | 2.30  | 1.01  | -1.01 |

[0190] 单个透镜数据

[0191]

| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
|----|------|--------|
| 1  | 1    | -62.39 |

[0192]

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 2  | 2  | 45.53  |
| 3  | 4  | 43.69  |
| 4  | 6  | -7.63  |
| 5  | 8  | -9.72  |
| 6  | 10 | 11.93  |
| 7  | 14 | -69.49 |
| 8  | 16 | 14.11  |
| 9  | 19 | -27.87 |
| 10 | 21 | 12.13  |
| 11 | 22 | -29.67 |
| 12 | 24 | -16.30 |
| 13 | 26 | 16.10  |
| 14 | 28 | 0.00   |
| 15 | 30 | 0.00   |

[0193] 数值例 3

[0194] 单位 :mm

[0195] 表面数据

[0196]

| 表面号    | r        | d    | nd      | v d  | 有效直径  |
|--------|----------|------|---------|------|-------|
| 1      | 35.542   | 1.20 | 1.84666 | 23.8 | 24.54 |
| 2      | 20.001   | 3.80 | 1.60300 | 65.4 | 21.79 |
| 3      | 82.748   | 0.10 |         |      | 20.34 |
| 4      | 22.033   | 2.40 | 1.77250 | 49.6 | 19.52 |
| 5      | 76.484   | 可变   |         |      | 19.11 |
| 6      | 132.635  | 1.15 | 1.85135 | 40.1 | 12.87 |
| 7 *    | 5.824    | 3.40 |         |      | 8.92  |
| 8      | -11.841  | 0.65 | 1.88300 | 40.8 | 8.53  |
| 9      | 26.152   | 0.15 |         |      | 8.60  |
| 10     | 17.002   | 2.25 | 1.92286 | 18.9 | 8.74  |
| 11     | -26.285  | 可变   |         |      | 8.66  |
| 12     | $\infty$ | 7.00 | 1.88300 | 40.8 | 6.39  |
| 13     | $\infty$ | 0.80 |         |      | 5.46  |
| 14     | -26.364  | 0.65 | 1.64000 | 60.1 | 5.62  |
| 15     | -52.757  | 可变   |         |      | 5.78  |
| 16(光阑) | $\infty$ | 可变   |         |      | 5.95  |
| 17 *   | 9.151    | 2.10 | 1.55332 | 71.7 | 6.20  |

[0197]

|      |          |      |         |      |       |
|------|----------|------|---------|------|-------|
| 18 * | -32.063  | 2.14 |         |      | 6.21  |
| 19   | 12.779   | 0.65 | 1.84666 | 23.8 | 6.29  |
| 20   | 7.785    | 1.39 |         |      | 6.10  |
| 21   | 14.743   | 2.50 | 1.51633 | 64.1 | 6.47  |
| 22   | -7.948   | 0.65 | 1.88300 | 40.8 | 6.55  |
| 23   | -14.330  | 可变   |         |      | 6.76  |
| 24   | -59.860  | 0.75 | 1.60311 | 60.6 | 6.74  |
| 25   | 11.721   | 可变   |         |      | 6.79  |
| 26 * | 12.799   | 3.15 | 1.50670 | 70.5 | 9.62  |
| 27   | -18.021  | 可变   |         |      | 9.63  |
| 28   | $\infty$ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 29   | $\infty$ | 1.50 |         |      | 20.00 |
| 30   | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 31   | $\infty$ |      |         |      | 20.00 |
| 像面   | $\infty$ |      |         |      |       |

[0198] 非球面数据

[0199] 第七表面

[0200]  $K=0.00000e+000$   $A4=-1.03449e-004$   $A6=3.79250e-006$   $A8=-3.86219e-007$   
 $A10=7.81047e-009$

[0201] 第十七表面

[0202]  $K=-4.95493e-001$   $A4=-4.59098e-005$   $A6=-1.91545e-006$   $A8=2.21486e-008$ 

[0203] 第十八表面

[0204]  $K=-3.97025e+001$   $A4=-6.69292e-005$ 

[0205] 第二十六表面

[0206]  $K=0.00000e+000$   $A4=-6.32748e-005$   $A6=-3.51836e-007$   $A8=9.47021e-010$ 

[0207] 各种数据

[0208] 变焦比 :9. 50

[0209]

|        |          |        |         |
|--------|----------|--------|---------|
|        | 广角       | 中间     | 望远      |
| 焦距     | 4. 63    | 16. 85 | 43. 99  |
| F 数    | 3. 20    | 4. 93  | 6. 07   |
| 半视角    | 35. 75   | 12. 95 | 5. 03   |
| 像高     | 3. 33    | 3. 88  | 3. 88   |
| 透镜总长   | 71. 86   | 78. 24 | 83. 88  |
| BF     | 0. 50    | 0. 50  | 0. 50   |
| d5     | 0. 76    | 10. 23 | 16. 37  |
| d11    | 4. 68    | 1. 58  | 1. 09   |
| d15    | 9. 29    | 3. 87  | 0. 47   |
| d16    | 4. 53    | 2. 06  | 0. 31   |
| d23    | 0. 99    | 8. 89  | 14. 04  |
| d25    | 4. 17    | 8. 69  | 9. 38   |
| d27    | 7. 77    | 3. 25  | 2. 56   |
| 入射光瞳位置 | 14. 81   | 42. 45 | 86. 91  |
| 出射光瞳位置 | -259. 46 | 72. 75 | 59. 45  |
| 前侧主点位置 | 19. 36   | 63. 23 | 163. 73 |

|        |       |        |        |
|--------|-------|--------|--------|
| 后侧主点位置 | -4.13 | -16.35 | -43.49 |
|--------|-------|--------|--------|

[0210] 变焦透镜单元数据

[0211]

|     |      |          |      |        |        |
|-----|------|----------|------|--------|--------|
| 单元  | 开始表面 | 焦距       | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
| L1  | 1    | 34.19    | 7.50 | 1.22   | -3.28  |
| L2  | 6    | -6.69    | 7.60 | 0.48   | -5.69  |
| UR  | 12   | $\infty$ | 7.00 | 1.86   | -1.86  |
| L3  | 14   | -83.14   | 0.65 | -0.40  | -0.80  |
| LS  | 16   | $\infty$ | 0.00 | 0.00   | -0.00  |
| L4  | 17   | 12.71    | 9.43 | 2.14   | -6.25  |
| L5  | 24   | -16.19   | 0.75 | 0.39   | -0.08  |
| L 6 | 26   | 15.30    | 3.15 | 0.90   | -1.27  |
| G   | 28   | $\infty$ | 2.30 | 1.01   | -1.01  |

[0212] 单个透镜数据

[0213]

|    |      |        |
|----|------|--------|
| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
| 1  | 1    | -56.01 |
| 2  | 2    | 42.77  |
| 3  | 4    | 39.31  |
| 4  | 6    | -7.18  |
| 5  | 8    | -9.16  |
| 6  | 10   | 11.47  |
| 7  | 12   | 0.00   |
| 8  | 14   | -83.14 |

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 9  | 17 | 13.10  |
| 10 | 19 | -25.03 |
| 11 | 21 | 10.39  |
| 12 | 22 | -21.23 |
| 13 | 24 | -16.19 |
| 14 | 26 | 15.30  |
| 15 | 28 | 0.00   |
| 16 | 30 | 0.00   |

[0214] 数值例 4

[0215] 单位 :mm

[0216] 表面数据

[0217]

| 表面号 | r        | d    | Nd      | v d  | 有效直径  |
|-----|----------|------|---------|------|-------|
| 1   | 35.840   | 1.20 | 1.84666 | 23.9 | 22.02 |
| 2   | 23.085   | 3.20 | 1.55332 | 71.7 | 20.09 |
| 3   | 219.562  | 0.10 |         |      | 18.86 |
| 4   | 29.929   | 1.70 | 1.69680 | 55.5 | 16.6  |
| 5   | 137.857  | 可变   |         |      | 15.61 |
| 6   | -458.440 | 1.05 | 1.84954 | 40.1 | 12.97 |
| 7 * | 6.960    | 3.66 |         |      | 9.76  |
| 8   | -10.889  | 0.60 | 1.88300 | 40.8 | 9.40  |
| 9   | 827.269  | 0.10 |         |      | 9.72  |
| 10  | 33.800   | 1.70 | 1.94595 | 18.0 | 9.88  |

|    |          |      |         |      |      |
|----|----------|------|---------|------|------|
| 11 | -24.698  | 可变   |         |      | 9.91 |
| 12 | $\infty$ | 9.50 | 1.83400 | 37.2 | 8.88 |
| 13 | $\infty$ | 1.03 |         |      | 7.23 |

[0218]

|        |          |      |         |      |       |
|--------|----------|------|---------|------|-------|
| 14     | -9.467   | 0.60 | 1.48749 | 70.2 | 7.12  |
| 15     | -11.446  | 可变   |         |      | 7.16  |
| 16 *   | 9.241    | 2.35 | 1.58313 | 59.4 | 7.90  |
| 17 *   | -41.011  | 1.00 |         |      | 7.70  |
| 18(光阑) | $\infty$ | 1.00 |         |      | 6.59  |
| 19     | 19.669   | 0.60 | 1.84666 | 23.9 | 6.28  |
| 20     | 8.446    | 1.23 |         |      | 6.03  |
| 21 *   | 14.484   | 2.00 | 1.48749 | 70.2 | 7.20  |
| 22     | -22.344  | 可变   |         |      | 7.10  |
| 23     | -39.402  | 0.70 | 1.55332 | 71.7 | 6.08  |
| 24     | 29.970   | 可变   |         |      | 6.17  |
| 25     | 16.444   | 2.80 | 1.55332 | 71.7 | 10.31 |
| 26     | -23.252  | 0.60 | 1.77250 | 49.6 | 10.20 |
| 27     | -40.048  | 可变   |         |      | 10.19 |
| 28     | $\infty$ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 29     | $\infty$ | 1.50 |         |      | 20.00 |
| 30     | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |

|    |          |  |  |  |       |
|----|----------|--|--|--|-------|
| 31 | $\infty$ |  |  |  | 20.00 |
| 像面 | $\infty$ |  |  |  |       |

[0219] 非球面数据

[0220] 第七表面

[0221]  $K=-1.09678e-001$   $A4=-4.44213e-005$   $A6=-6.06895e-007$

[0222] 第十六表面

[0223]  $K=-1.32529e+000$   $A4=8.46085e-005$   $A6=-1.95426e-007$   $A8=-5.16392e-010$

[0224] 第十七表面

[0225]  $K=2.21785e+001$   $A4=8.92541e-005$

[0226] 第二十一表面

[0227]  $K=-1.00040e+000$   $A4=-3.56047e-005$   $A6=5.22400e-008$   $A8=-2.19280e-008$

[0228] 各种数据

[0229] 变焦比 :6.83

[0230]

|      | 广角    | 中间    | 望远    |
|------|-------|-------|-------|
| 焦距   | 5.15  | 16.71 | 35.18 |
| F 数  | 3.07  | 4.79  | 5.74  |
| 半视角  | 32.89 | 13.05 | 6.29  |
| 像高   | 3.33  | 3.88  | 3.88  |
| 透镜总长 | 76.38 | 83.02 | 89.12 |
| BF   | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| d5   | 0.97  | 8.64  | 15.43 |
| d11  | 2.70  | 1.67  | 0.98  |
| d15  | 17.69 | 4.28  | 0.30  |
| d22  | 0.97  | 6.39  | 12.10 |
| d24  | 8.76  | 16.54 | 15.77 |

|            |        |        |        |
|------------|--------|--------|--------|
| d27        | 5.77   | 5.98   | 5.02   |
| 入射光瞳<br>位置 | 15.00  | 32.67  | 63.90  |
| 出射光瞳<br>位置 | -45.94 | 284.08 | 152.62 |
| 前侧主点<br>位置 | 19.58  | 50.37  | 107.22 |
| 后侧主点<br>位置 | -4.65  | -16.21 | -34.68 |

[0231] 变焦透镜单元数据

[0232]

| 单元 | 开始表面 | 焦距       | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
|----|------|----------|------|--------|--------|
| L1 | 1    | 37.94    | 6.20 | 1.20   | -2.66  |
| L2 | 6    | -7.47    | 7.11 | 0.43   | -5.47  |
| UR | 12   | $\infty$ | 9.50 | 2.59   | -2.59  |
| L3 | 14   | -124.75  | 0.60 | -2.14  | -2.59  |
| L4 | 16   | 13.88    | 8.18 | 1.60   | -5.62  |
| L5 | 23   | -30.65   | 0.70 | 0.26   | -0.19  |
| L6 | 25   | 23.39    | 3.40 | 0.57   | -1.62  |
| G  | 28   | $\infty$ | 2.30 | 1.01   | -1.01  |

[0233] 单个透镜数据

[0234]

| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
|----|------|--------|
| 1  | 1    | -80.07 |
| 2  | 2    | 46.35  |

|    |    |         |
|----|----|---------|
| 3  | 4  | 54.51   |
| 4  | 6  | -8.06   |
| 5  | 8  | -12.17  |
| 6  | 10 | 15.30   |
| 7  | 12 | 0.00    |
| 8  | 14 | -124.75 |
| 9  | 16 | 13.16   |
| 10 | 19 | -17.92  |
| 11 | 21 | 18.35   |
| 12 | 23 | -30.65  |
| 13 | 25 | 17.86   |
| 14 | 26 | -72.90  |
| 15 | 28 | 0.00    |
| 16 | 30 | 0.00    |

[0235] 数值例 5

[0236] 单位 :mm

[0237] 表面数据

[0238]

| 表面号 | r       | d    | nd      | v d  | 有效直径  |
|-----|---------|------|---------|------|-------|
| 1   | 35.843  | 0.85 | 1.84666 | 23.9 | 23.62 |
| 2   | 20.695  | 4.10 | 1.49700 | 81.5 | 21.48 |
| 3   | 340.774 | 0.05 |         |      | 20.06 |
| 4   | 21.627  | 2.10 | 1.77250 | 49.6 | 17.20 |
| 5   | 95.579  | 可变   |         |      | 16.85 |

|     |         |      |         |      |       |
|-----|---------|------|---------|------|-------|
| 6   | 116.727 | 0.70 | 1.85135 | 40.1 | 13.72 |
| 7 * | 6.544   | 3.80 |         |      | 10.01 |
| 8   | -12.399 | 0.40 | 1.88300 | 40.8 | 9.69  |
| 9   | 48.287  | 0.15 |         |      | 9.85  |
| 10  | 22.001  | 1.75 | 1.95906 | 17.5 | 10.03 |

[0239]

|        |          |      |         |      |      |
|--------|----------|------|---------|------|------|
| 11     | -34.573  | 可变   |         |      | 9.99 |
| 12     | $\infty$ | 8.50 | 1.80610 | 33.3 | 7.18 |
| 13     | $\infty$ | 1.00 |         |      | 5.54 |
| 14     | -14.062  | 0.50 | 1.48749 | 70.2 | 7.00 |
| 15     | -25.033  | 可变   |         |      | 7.00 |
| 16 *   | 8.378    | 1.90 | 1.55332 | 71.7 | 7.00 |
| 17 *   | -67.218  | 0.80 |         |      | 7.00 |
| 18(光阑) | $\infty$ | 1.00 |         |      | 6.20 |
| 19     | 10.573   | 0.60 | 1.90366 | 31.3 | 6.80 |
| 20     | 6.873    | 1.40 |         |      | 6.60 |
| 21 *   | 23.129   | 2.70 | 1.58313 | 59.4 | 7.00 |
| 22     | -6.057   | 0.50 | 1.80610 | 40.9 | 7.00 |
| 23     | -15.031  | 可变   |         |      | 7.00 |
| 24     | -33.088  | 0.50 | 1.53172 | 48.8 | 7.07 |
| 25     | 33.088   | 可变   |         |      | 7.21 |

|    |          |      |         |      |       |
|----|----------|------|---------|------|-------|
| 26 | 15.811   | 2.10 | 1.48749 | 70.2 | 9.71  |
| 27 | -34.307  | 可变   |         |      | 9.69  |
| 28 | $\infty$ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 29 | $\infty$ | 1.50 |         |      | 20.00 |
| 30 | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 31 | $\infty$ |      |         |      | 20.00 |
| 像面 | $\infty$ |      |         |      |       |

[0240] 非球面数据

[0241] 第七表面

[0242]  $K=1.49123e-001$   $A4=-9.59483e-005$   $A6=-2.72499e-006$   $A8=3.98916e-008$   
 $A10=-3.09588e-009$

[0243] 第十六表面

[0244]  $K=-4.91752e-001$   $A4=-2.37528e-005$   $A6=-1.58510e-006$   $A8=5.38005e-008$

[0245] 第十七表面

[0246]  $K=-2.47829e+002$   $A4=-2.29333e-005$

[0247] 第二十一表面

[0248]  $K=6.87148e+000$   $A4=5.32093e-005$   $A6=1.92409e-006$   $A8=-6.46807e-008$   $A10=1.2$   
 $2441e-009$

[0249] 各种数据

[0250] 变焦比 :11.35

[0251]

|     | 广角    | 中间    | 望远    |
|-----|-------|-------|-------|
| 焦距  | 5.15  | 25.24 | 58.50 |
| F 数 | 3.50  | 5.00  | 6.08  |
| 半视角 | 33.19 | 8.73  | 3.79  |
| 像高  | 3.37  | 3.88  | 3.88  |

|      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 透镜总长 | 76.76 | 81.32 | 86.26 |
| BF   | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| d5   | 0.45  | 11.32 | 16.31 |
| d11  | 6.90  | 0.60  | 0.54  |
| d15  | 14.40 | 3.46  | 0.99  |
| d23  | 2.85  | 13.79 | 16.27 |
| d25  | 6.60  | 3.42  | 9.14  |
| d27  | 7.36  | 10.53 | 4.81  |

|        |        |        |          |
|--------|--------|--------|----------|
| 入射光瞳位置 | 15.18  | 53.87  | 113.71   |
| 出射光瞳位置 | -45.74 | -67.78 | 28103.68 |
| 前侧主点位置 | 19.76  | 69.78  | 172.34   |
| 后侧主点位置 | -4.65  | -24.74 | -58.00   |

[0252] 变焦透镜单元数据

[0253]

|    |      |          |      |        |        |
|----|------|----------|------|--------|--------|
| 单元 | 开始表面 | 焦距       | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
| L1 | 1    | 30.60    | 7.10 | 2.12   | -2.38  |
| L2 | 6    | -7.19    | 6.80 | 0.48   | -5.14  |
| UR | 12   | $\infty$ | 8.50 | 2.35   | -2.35  |

|    |    |          |      |       |       |
|----|----|----------|------|-------|-------|
| L3 | 14 | -66.82   | 0.50 | -0.44 | -0.78 |
| L4 | 16 | 14.37    | 8.90 | 1.36  | -6.21 |
| L5 | 24 | -31.03   | 0.50 | 0.16  | -0.16 |
| L6 | 26 | 22.51    | 2.10 | 0.45  | -0.98 |
| G  | 28 | $\infty$ | 2.30 | 1.01  | -1.01 |

[0254] 单个透镜数据

[0255]

| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
|----|------|--------|
| 1  | 1    | -59.37 |
| 2  | 2    | 44.14  |
| 3  | 4    | 35.74  |
| 4  | 6    | -8.17  |
| 5  | 8    | -11.14 |
| 6  | 10   | 14.23  |
| 7  | 12   | 0.00   |
| 8  | 14   | -66.82 |
| 9  | 16   | 13.58  |
| 10 | 19   | -23.55 |
| 11 | 21   | 8.52   |
| 12 | 22   | -12.91 |
| 13 | 24   | -31.03 |
| 14 | 26   | 22.51  |
| 15 | 28   | 0.00   |
| 16 | 30   | 0.00   |

[0256] 数值例 6

[0257] 单位 :mm

[0258] 表面数据

[0259]

| 表面号 | r        | d    | nd      | vd   | Effective diameter |
|-----|----------|------|---------|------|--------------------|
| 1   | 33.995   | 1.10 | 1.84666 | 23.8 | 23.49              |
| 2   | 19.237   | 4.00 | 1.59282 | 68.6 | 21.04              |
| 3   | 129.013  | 0.10 |         |      | 19.65              |
| 4   | 21.484   | 2.00 | 1.77250 | 49.6 | 16.69              |
| 5   | 77.246   | 可变   |         |      | 15.66              |
| 6   | 2770.857 | 1.05 | 1.85135 | 40.1 | 14.20              |

[0260]

|         |          |      |         |      |       |
|---------|----------|------|---------|------|-------|
| 7*      | 6.075    | 3.88 |         |      | 10.10 |
| 8       | -14.789  | 0.60 | 1.88300 | 40.8 | 9.88  |
| 9       | 35.129   | 0.10 |         |      | 10.11 |
| 10      | 19.661   | 2.50 | 1.94595 | 18.0 | 10.33 |
| 11      | -27.291  | 可变   |         |      | 10.31 |
| 12      | $\infty$ | 8.00 | 1.83400 | 37.2 | 7.24  |
| 13      | $\infty$ | 0.81 |         |      | 6.34  |
| 14      | -16.935  | 0.60 | 1.88300 | 40.8 | 6.43  |
| 15      | -34.443  | 可变   |         |      | 6.63  |
| 16*     | 8.939    | 2.60 | 1.55332 | 71.7 | 7.01  |
| 17*     | -37.742  | 1.00 |         |      | 6.88  |
| 18 (光阑) | $\infty$ | 1.00 |         |      | 6.63  |
| 19      | 11.439   | 0.60 | 1.80610 | 33.3 | 6.51  |
| 20      | 7.214    | 1.18 |         |      | 6.28  |
| 21      | 13.305   | 2.80 | 1.49700 | 81.5 | 6.52  |
| 22      | -7.865   | 0.60 | 1.88300 | 40.8 | 6.55  |
| 23      | -15.269  | 可变   |         |      | 6.74  |
| 24      | -37.463  | 0.70 | 1.48749 | 70.2 | 6.41  |
| 25      | 13.868   | 可变   |         |      | 6.46  |
| 26*     | 13.687   | 3.15 | 1.48749 | 70.2 | 10.38 |
| 27      | -25.410  | 可变   |         |      | 10.28 |
| 28      | $\infty$ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 29      | $\infty$ | 1.50 |         |      | 20.00 |
| 30      | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 31      | $\infty$ |      |         |      | 20.00 |
| 像面      | $\infty$ |      |         |      |       |

[0261] 非球面数据

[0262] 第七表面

[0263]  $K=-3.84786e-001$   $A4=6.27857e-005$   $A6=4.96701e-007$   $A8=9.99933e-008$   $A10=-9.53117e-010$

[0264] 第十六表面

[0265]  $K=-6.90777e-001$   $A4=-2.90468e-005$   $A6=-2.03489e-007$   $A8=-3.95408e-009$

[0266] 第十七表面

[0267]  $K=-3.32420e+001$   $A4=-5.36955e-005$

[0268] 第二十六表面

[0269] K=0.00000e+000 A4=-2.18835e-005 A6=-5.64572e-008A8=-1.39247e-009  
[0270] 各种数据  
[0271] 变焦比 :13.99  
[0272]

|        | 广角     | 中间      | 望远     |
|--------|--------|---------|--------|
| 焦距     | 5.15   | 16.68   | 72.05  |
| F 数    | 3.31   | 4.55    | 6.07   |
| 半视角    | 33.51  | 13.08   | 3.08   |
| 像高     | 3.41   | 3.88    | 3.88   |
| 透镜总长   | 78.56  | 80.88   | 88.25  |
| BF     | 0.50   | 0.50    | 0.50   |
| d5     | 0.68   | 7.70    | 16.59  |
| d11    | 7.04   | 2.34    | 0.83   |
| d15    | 13.16  | 4.60    | 0.30   |
| d23    | 1.26   | 9.82    | 14.12  |
| d25    | 7.34   | 7.20    | 12.37  |
| d27    | 7.92   | 8.06    | 2.89   |
| 入射光瞳位置 | 15.82  | 36.15   | 130.73 |
| 出射光瞳位置 | -57.83 | -183.97 | 88.89  |

|            |       |        |        |
|------------|-------|--------|--------|
| 前侧主点<br>位置 | 20.51 | 51.32  | 261.52 |
| 后侧主点<br>位置 | -4.65 | -16.18 | -71.55 |

[0273] 变焦透镜单元数据

[0274]

| 单元 | 开始表面 | 焦距       | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
|----|------|----------|------|--------|--------|
| L1 | 1    | 30.52    | 7.20 | 1.57   | -2.83  |
| L2 | 6    | -7.82    | 8.13 | -0.02  | -6.97  |
| UR | 12   | $\infty$ | 8.00 | 2.18   | -2.18  |
| L3 | 14   | -38.35   | 0.60 | -0.31  | -0.64  |
| L4 | 16   | 13.04    | 9.78 | 1.68   | -6.6   |
| L5 | 24   | -20.67   | 0.70 | 0.34   | -0.13  |
| L6 | 26   | 18.74    | 3.15 | 0.76   | -1.41  |
| G  | 28   | $\infty$ | 2.30 | 1.01   | -1.01  |

[0275] 单个透镜数据

[0276]

| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
|----|------|--------|
| 1  | 1    | -54.19 |
| 2  | 2    | 37.63  |
| 3  | 4    | 37.93  |
| 4  | 6    | -7.15  |
| 5  | 8    | -11.72 |
| 6  | 10   | 12.40  |
| 7  | 12   | 0.00   |

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 8  | 14 | -38.35 |
| 9  | 16 | 13.33  |
| 10 | 19 | -25.87 |
| 11 | 21 | 10.40  |
| 12 | 22 | -19.09 |
| 13 | 24 | -20.67 |
| 14 | 26 | 18.74  |
| 15 | 28 | 0.00   |
| 16 | 30 | 0.00   |

[0277] 数值例 7

[0278] 单位 :mm

[0279] 表面数据

[0280]

| 表面号 | r       | d    | nd      | v d  | 有效直径  |
|-----|---------|------|---------|------|-------|
| 1   | 41.911  | 1.00 | 1.84666 | 23.9 | 24.25 |
| 2   | 20.801  | 4.00 | 1.61800 | 63.3 | 21.78 |
| 3   | 238.630 | 0.10 |         |      | 20.56 |
| 4   | 19.108  | 2.60 | 1.77250 | 49.6 | 17.93 |
| 5   | 62.702  | 可变   |         |      | 17.33 |
| 6   | 117.905 | 0.80 | 1.85135 | 40.1 | 12.61 |
| 7 * | 5.896   | 3.60 |         |      | 9.06  |
| 8   | -11.312 | 0.60 | 1.88300 | 40.8 | 8.62  |
| 9   | 34.929  | 0.10 |         |      | 8.75  |
| 10  | 20.923  | 1.80 | 1.94595 | 18.0 | 8.86  |

|        |            |      |         |      |       |
|--------|------------|------|---------|------|-------|
| 11     | -30.404    | 可变   |         |      | 8.84  |
| 12     | $\infty$   | 8.00 | 1.83400 | 37.2 | 7.35  |
| 13     | $\infty$   | 可变   |         |      | 5.90  |
| 14 *   | 9.554      | 2.30 | 1.55332 | 71.7 | 5.28  |
| 15 *   | -12766.102 | 1.00 |         |      | 5.11  |
| 16(光阑) | $\infty$   | 1.00 |         |      | 5.01  |
| 17     | 9.588      | 0.70 | 1.84666 | 23.9 | 4.89  |
| 18     | 7.082      | 0.7  |         |      | 4.66  |
| 19 *   | 19.688     | 2.00 | 1.55332 | 71.7 | 4.68  |
| 20     | -5.160     | 0.60 | 1.77250 | 49.6 | 4.60  |
| 21     | -13.876    | 可变   |         |      | 4.71  |
| 22     | 12.120     | 2.20 | 1.77250 | 49.6 | 9.28  |
| 23     | 30.400     | 0.70 | 1.94595 | 18.0 | 8.86  |
| 24     | 18.947     | 可变   |         |      | 8.62  |
| 25     | $\infty$   | 1.00 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 26     | $\infty$   |      |         |      | 20.00 |
| 像面     | $\infty$   |      |         |      |       |

[0281] 非球面数据

[0282] 第七表面

[0283]  $K=-1.22408e-002$   $A4=-7.64686e-005$

[0284] 第十四表面

[0285]  $K=-1.76907e+000$   $A4=7.06284e-005$   $A6=3.37752e-006$   $A8=-2.21321e-007$

[0286] 第十五表面

- [0287] K=2.37349e+007 A4=-1.08046e-004
- [0288] 第十九表面
- [0289] K=1.09850e+001 A4=1.34385e-005
- [0290] 各种数据
- [0291] 变焦比 :9.47
- [0292]

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
|        | 广角     | 中间     | 望远     |
| 焦距     | 5.13   | 14.47  | 48.60  |
| F 数    | 3.60   | 4.86   | 5.74   |
| 半视角    | 33.31  | 14.99  | 4.56   |
| 像高     | 3.37   | 3.88   | 3.88   |
| 透镜总长   | 68.00  | 70.39  | 77.88  |
| BF     | 0.50   | 0.50   | 0.50   |
| d5     | 0.69   | 6.04   | 14.57  |
| d11    | 4.06   | 1.1    | 0.06   |
| d13    | 13.37  | 3.6    | -0.15  |
| d21    | 10.39  | 16.25  | 26.49  |
| d24    | 4.19   | 8.1    | 1.61   |
| 入射光瞳位置 | 15.45  | 29.30  | 99.04  |
| 出射光瞳位置 | -24.89 | -42.72 | -89.12 |
| 前侧主点位置 | 19.54  | 38.93  | 121.28 |
| 后侧主点位置 | -4.63  | -13.97 | -48.10 |

- [0293] 变焦透镜单元数据

- [0294]

|    |      |       |      |        |        |
|----|------|-------|------|--------|--------|
| 单元 | 开始表面 | 焦距    | 透镜长度 | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
| L1 | 1    | 28.75 | 7.70 | 1.67   | -2.93  |
| L2 | 6    | -6.09 | 6.90 | 0.64   | -4.89  |
| UR | 12   | ∞     | 8.00 | 2.18   | -2.18  |
| L3 | 14   | 14.91 | 8.30 | 1.32   | -5.43  |
| L4 | 22   | 41.23 | 2.90 | -3.00  | -4.29  |
| G  | 25   | ∞     | 1.00 | 0.33   | -0.33  |

- [0295] 单个透镜数据

- [0296]

|    |      |    |
|----|------|----|
| 透镜 | 开始表面 | 焦距 |
|----|------|----|

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 1  | 1  | -49.86 |
| 2  | 2  | 36.62  |
| 3  | 4  | 34.68  |
| 4  | 6  | -7.31  |
| 5  | 8  | -9.62  |
| 6  | 10 | 13.33  |
| 7  | 12 | 0.00   |
| 8  | 14 | 17.25  |
| 9  | 17 | -36.70 |
| 10 | 19 | 7.61   |
| 11 | 20 | -10.96 |
| 12 | 22 | 24.79  |
| 13 | 23 | -54.80 |
| 14 | 25 | 0.00   |

[0297] 数值例 8

[0298] 单位 :mm

[0299] 表面数据

[0300]

|     |         |      |         |       |       |
|-----|---------|------|---------|-------|-------|
| 表面号 | r       | d    | nd      | v d   | 有效直径  |
| 1   | 34.161  | 1.20 | 1.84666 | 23.9  | 26.20 |
| 2   | 21.199  | 3.70 | 1.59282 | 68.6  | 23.41 |
| 3   | 66.122  | 0.12 |         | 21.97 |       |
| 4   | 26.833  | 2.30 | 1.77250 | 49.6  | 19.53 |
| 5   | 86.631  | 可变   |         |       | 18.13 |
| 6   | 137.406 | 1.20 | 1.84954 | 40.1  | 14.33 |
| 7 * | 6.131   | 3.94 |         |       | 9.88  |
| 8   | -11.824 | 0.70 | 1.88300 | 40.8  | 9.55  |
| 9   | 30.577  | 0.16 |         |       | 9.81  |

[0301]

|    |         |      |         |      |       |
|----|---------|------|---------|------|-------|
| 10 | 19.283  | 2.30 | 1.92286 | 18.9 | 10.05 |
| 11 | -28.205 | 可变   |         |      | 10.06 |

|         |          |      |         |      |       |
|---------|----------|------|---------|------|-------|
| 12      | $\infty$ | 9.00 | 1.83400 | 37.2 | 8.17  |
| 13      | $\infty$ | 可变   |         |      | 6.59  |
| 14 *    | 9.907    | 2.40 | 1.55332 | 71.7 | 6.95  |
| 15 *    | -38.154  | 1.15 |         |      | 6.84  |
| 16 (光阑) | $\infty$ | 1.15 |         |      | 6.57  |
| 17      | 13.574   | 0.70 | 1.84666 | 23.9 | 6.26  |
| 18      | 8.310    | 1.12 |         |      | 5.97  |
| 19      | 17.051   | 3.50 | 1.48749 | 70.2 | 6.01  |
| 20      | -8.599   | 0.70 | 1.88300 | 40.8 | 6.07  |
| 21      | -14.337  | 可变   |         |      | 6.24  |
| 22      | -60.527  | 0.80 | 1.60311 | 60.6 | 5.88  |
| 23      | 11.688   | 可变   |         |      | 5.91  |
| 24 *    | 13.713   | 4.30 | 1.48749 | 70.2 | 10.42 |
| 25      | -14.526  | 可变   |         |      | 10.44 |
| 26      | $\infty$ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 27      | $\infty$ | 1.50 |         |      | 20.00 |
| 28      | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 | 20.00 |
| 29      | $\infty$ |      |         |      | 20.00 |
| 像面      | $\infty$ |      |         |      |       |

[0302] 非球面数据

[0303] 第七表面

[0304]  $K=0.00000e+000$   $A4=-9.39007e-005$   $A6=-2.47950e-006$   $A8=3.06773e-008$   
 $A10=-3.95563e-009$

- [0305] 第十四表面
- [0306]  $K=-7.17496e-002$   $A4=-1.30618e-004$   $A6=-1.93409e-007$  $A8=-3.88670e-008$
- [0307] 第十五表面
- [0308]  $K=-2.60059e+001$   $A4=-4.10954e-005$
- [0309] 第二十四表面
- [0310]  $K=0.00000e+000$   $A4=-1.02776e-004$   $A6=-3.84889e-007$  $A8=-3.46352e-009$
- [0311] 各种数据
- [0312] 变焦比 :9.5
- [0313]

|        | 广角    | 中间    | 望远    |
|--------|-------|-------|-------|
| 焦距     | 5.00  | 23.92 | 47.52 |
| F 数    | 3.13  | 5.63  | 6.50  |
| 半视角    | 37.78 | 9.20  | 4.66  |
| 像高     | 3.88  | 3.88  | 3.88  |
| 透镜总长   | 79.87 | 88.03 | 94.48 |
| BF     | 0.50  | 0.50  | 0.50  |
| d5     | 0.93  | 13.11 | 19.89 |
| d11    | 5.28  | 1.26  | 0.94  |
| d13    | 15.44 | 3.48  | 0.61  |
| d21    | 0.81  | 12.76 | 15.63 |
| d23    | 5.78  | 10.67 | 11.74 |
| d25    | 8.39  | 3.50  | 2.43  |
| 入射光瞳位置 | 15.44 | 48.72 | 93.59 |

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 出射光瞳位置 | -79.20 | 48.05  | 40.42  |
| 前侧主点位置 | 20.12  | 84.68  | 197.67 |
| 后侧主点位置 | -4.50  | -23.42 | -47.02 |

[0314] 变焦透镜单元数据

[0315]

|    |      |          |       |        |        |
|----|------|----------|-------|--------|--------|
| 单元 | 开始表面 | 焦距       | 透镜长度  | 前侧主点位置 | 后侧主点位置 |
| L1 | 1    | 42.08    | 7.32  | 0.68   | -3.71  |
| L2 | 6    | -6.67    | 8.30  | 0.68   | -6.05  |
| UR | 12   | $\infty$ | 9.00  | 2.45   | -2.45  |
| L3 | 14   | 14.32    | 10.73 | 2.13   | -7.17  |
| L4 | 22   | -16.18   | 0.80  | 0.42   | -0.08  |
| L5 | 24   | 15.23    | 4.30  | 1.48   | -1.57  |
| G  | 26   | $\infty$ | 2.30  | 1.01   | -1.01  |

[0316] 单个透镜数据

[0317]

|    |      |        |
|----|------|--------|
| 透镜 | 开始表面 | 焦距     |
| 1  | 1    | -68.91 |
| 2  | 2    | 51.07  |
| 3  | 4    | 49.49  |
| 4  | 6    | -7.59  |
| 5  | 8    | -9.58  |
| 6  | 10   | 12.71  |

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 7  | 12 | 0.00   |
| 8  | 14 | 14.47  |
| 9  | 17 | -26.95 |
| 10 | 19 | 12.27  |
| 11 | 20 | -25.81 |
| 12 | 22 | -16.18 |
| 13 | 24 | 15.23  |
| 14 | 26 | 0.00   |
| 15 | 28 | 0.00   |

[0318] 表 1

[0319]

| 条件   |       |        | 数值例   |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | 下限    | 上限     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| (1)  | 1.40  | 20.00  | 3.355 | 3.405 | 3.352 | 7.411 | 1.493 | 1.559 | 2.467 | 3.365 |
| (2)  | 0.20  | 0.44   | 0.352 | 0.344 | 0.324 | 0.389 | 0.409 | 0.388 | 0.398 | 0.385 |
| (3)  | 0.20  | 0.44   | 0.310 | 0.357 | 0.328 | 0.324 | 0.418 | 0.415 | 0.431 | 0.284 |
| (4)  | 0.40  | 0.66   | 0.632 | 0.618 | 0.535 | 0.646 | 0.632 | 0.629 | 0.651 | 0.626 |
| (5)  | 10.00 | 20.00  | 18.90 | 18.90 | 18.90 | 17.98 | 17.49 | 17.98 | 17.98 | 18.90 |
| (6)  | 1.83  | 2.30   | 1.885 | 1.890 | 1.886 | 1.893 | 1.898 | 1.893 | 1.893 | 1.885 |
| (7)  | 60.00 | 100.00 | 70.23 | 68.63 | 65.44 | 71.68 | 81.54 | 68.63 | 63.33 | 68.63 |
| (8)  | 1.40  | 1.70   | 1.487 | 1.593 | 1.603 | 1.553 | 1.497 | 1.593 | 1.618 | 1.593 |
| (9)  | 3.50  | 8.00   | 5.532 | 5.160 | 5.112 | 5.075 | 4.256 | 3.904 | 4.722 | 6.308 |
| (10) | 0.60  | 1.20   | 0.830 | 0.922 | 0.881 | 1.051 | 1.057 | 0.962 | 0.882 | 0.804 |

[0320] 下面,将参照图 18 描述使用根据本发明的实施例的变焦透镜作为摄影光学系统的数字照相机(光学装置)。在图 18 中,附图标记 20 表示数字照相机主体,附图标记 21 表示包括上述的根据本发明的实施例的透镜单元的摄影光学系统。P 表示反射元件。摄影光学系统 21 在诸如 CCD 的固态图像传感器(光电转换元件)22 上形成被照体的图像。附图标记 23 表示用于记录通过图像传感器 22 接收的被照体的图像的记录单元,附图标记 24 表示用于观察在显示装置(未示出)上显示的图像的取景器。显示装置包括用于显示在图像传感器 22 上形成的图像的液晶面板等。

[0321] 这样,如果根据本发明的实施例的透镜单元被应用于数字照相机等,那么能够实现具有高的光学性能的小型化的图像拾取装置。

[0322] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的变更方式、等同的结构和功能。

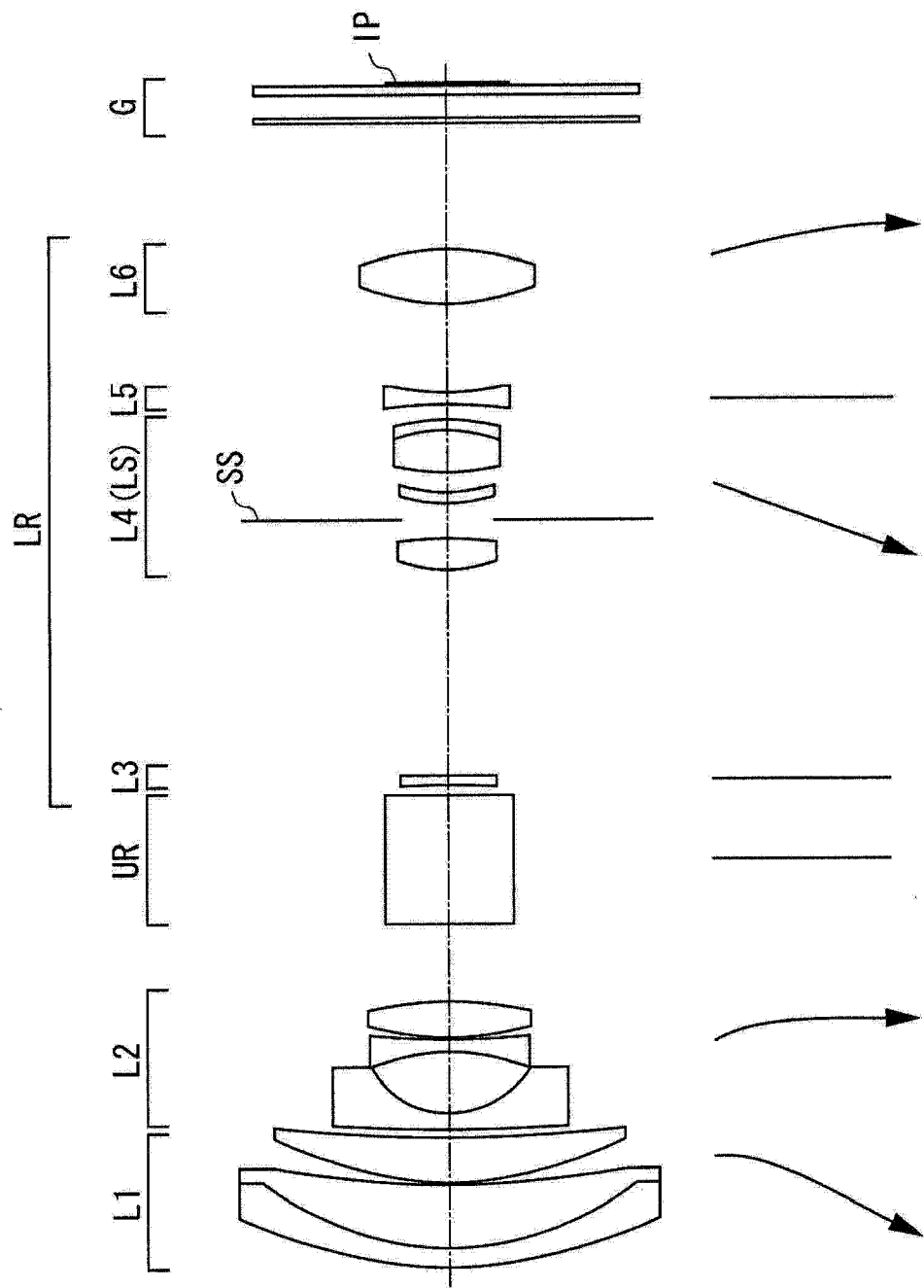


图 1

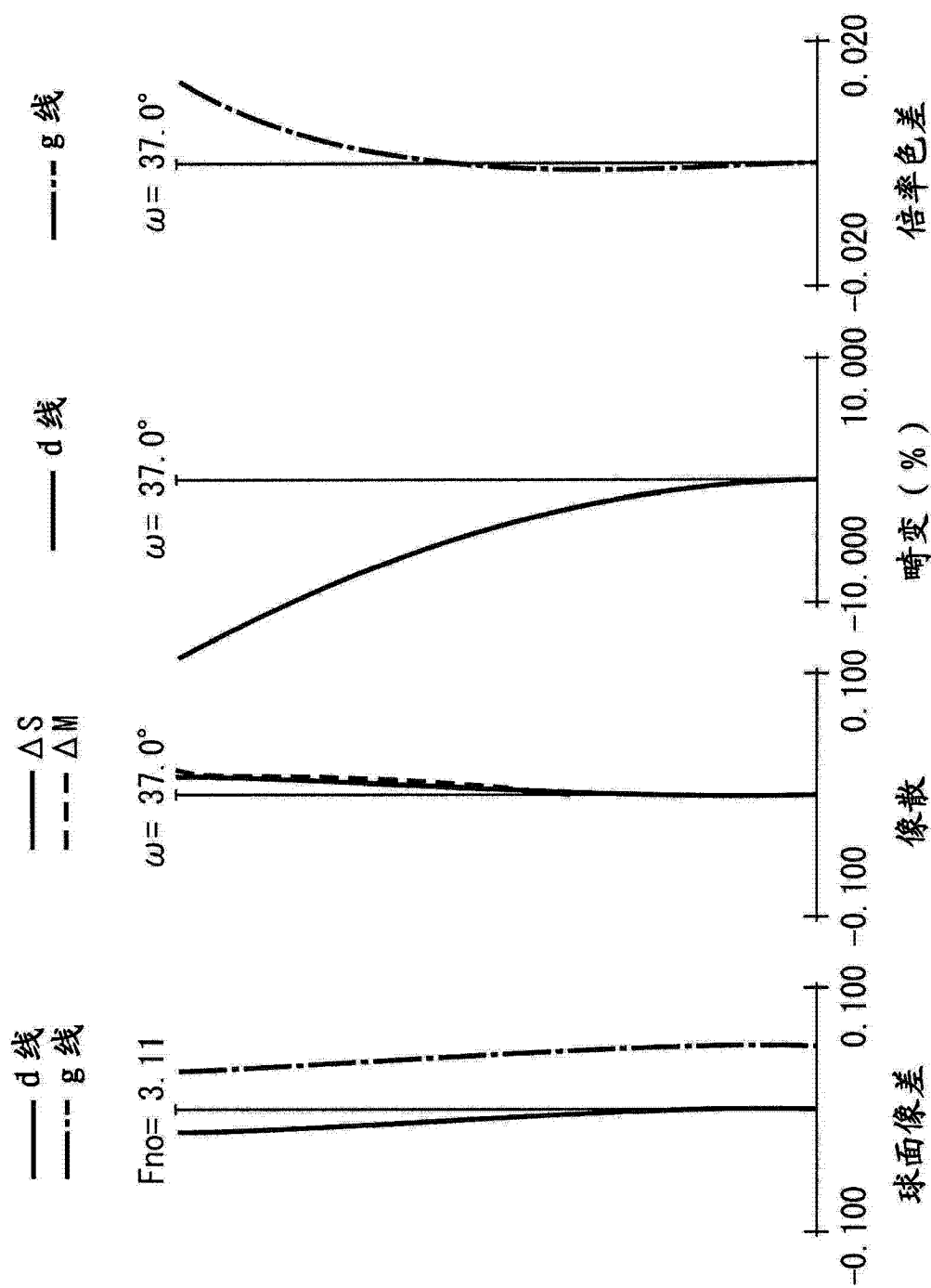


图 2A

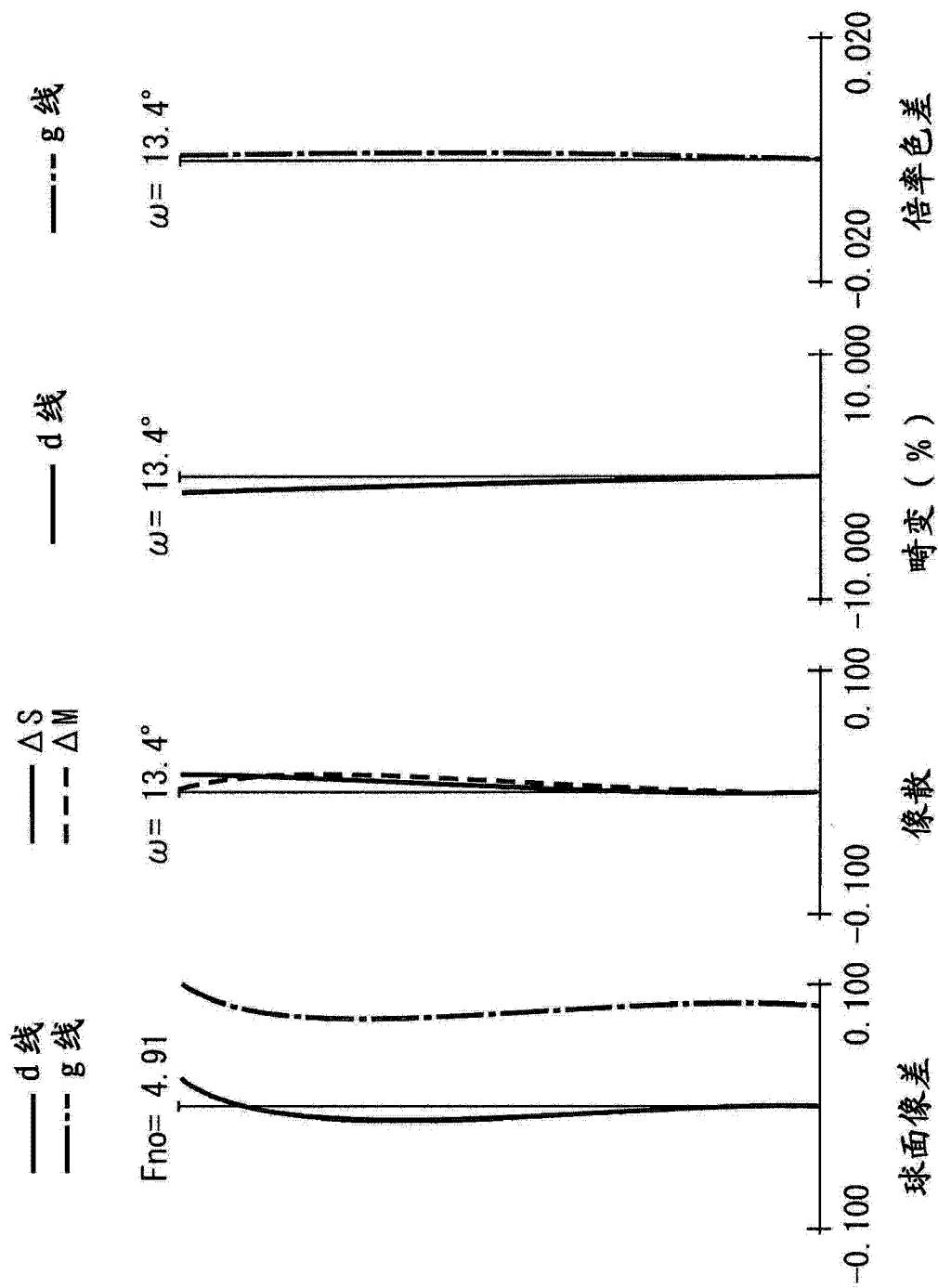


图 2B

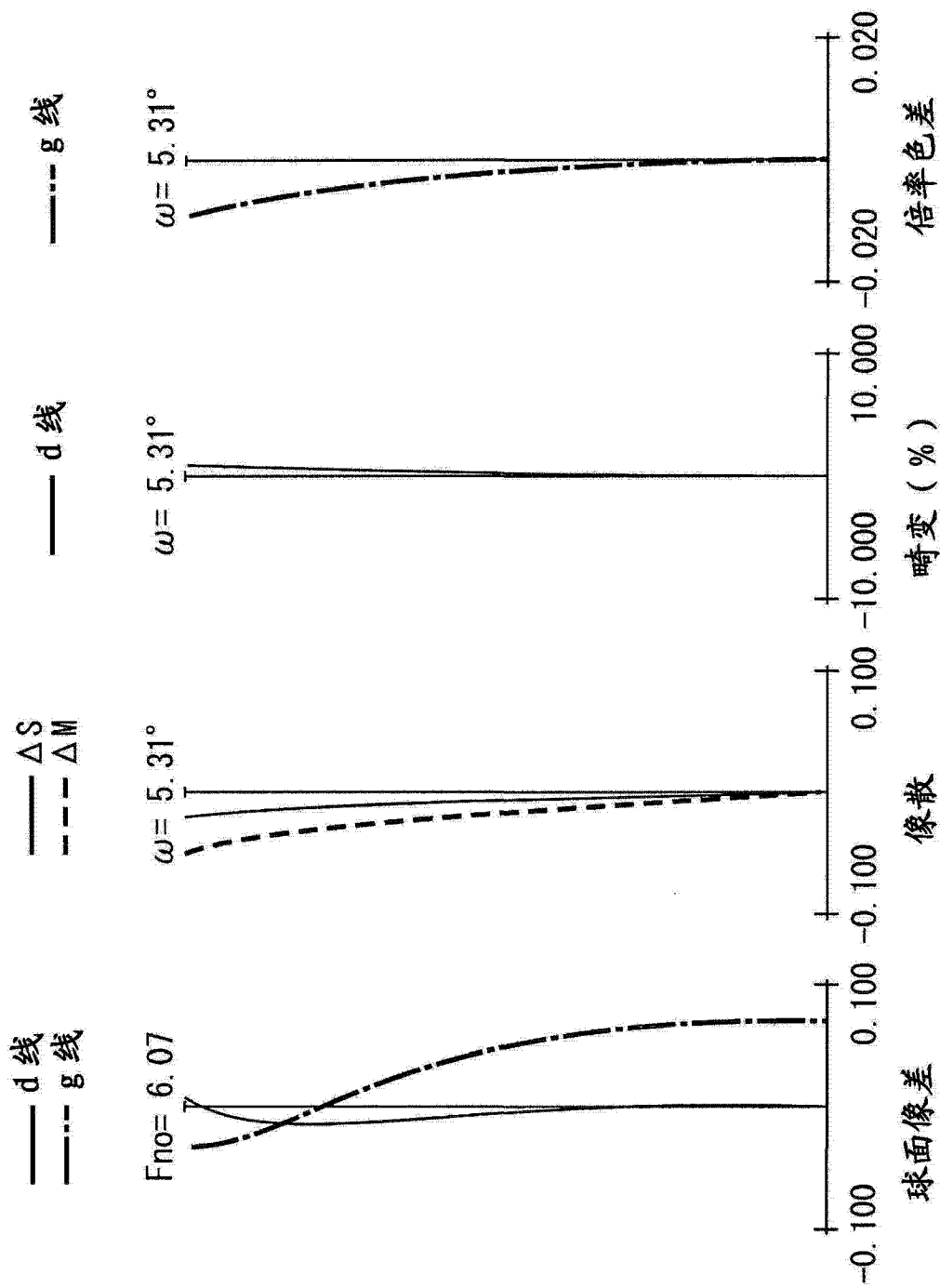


图 2C

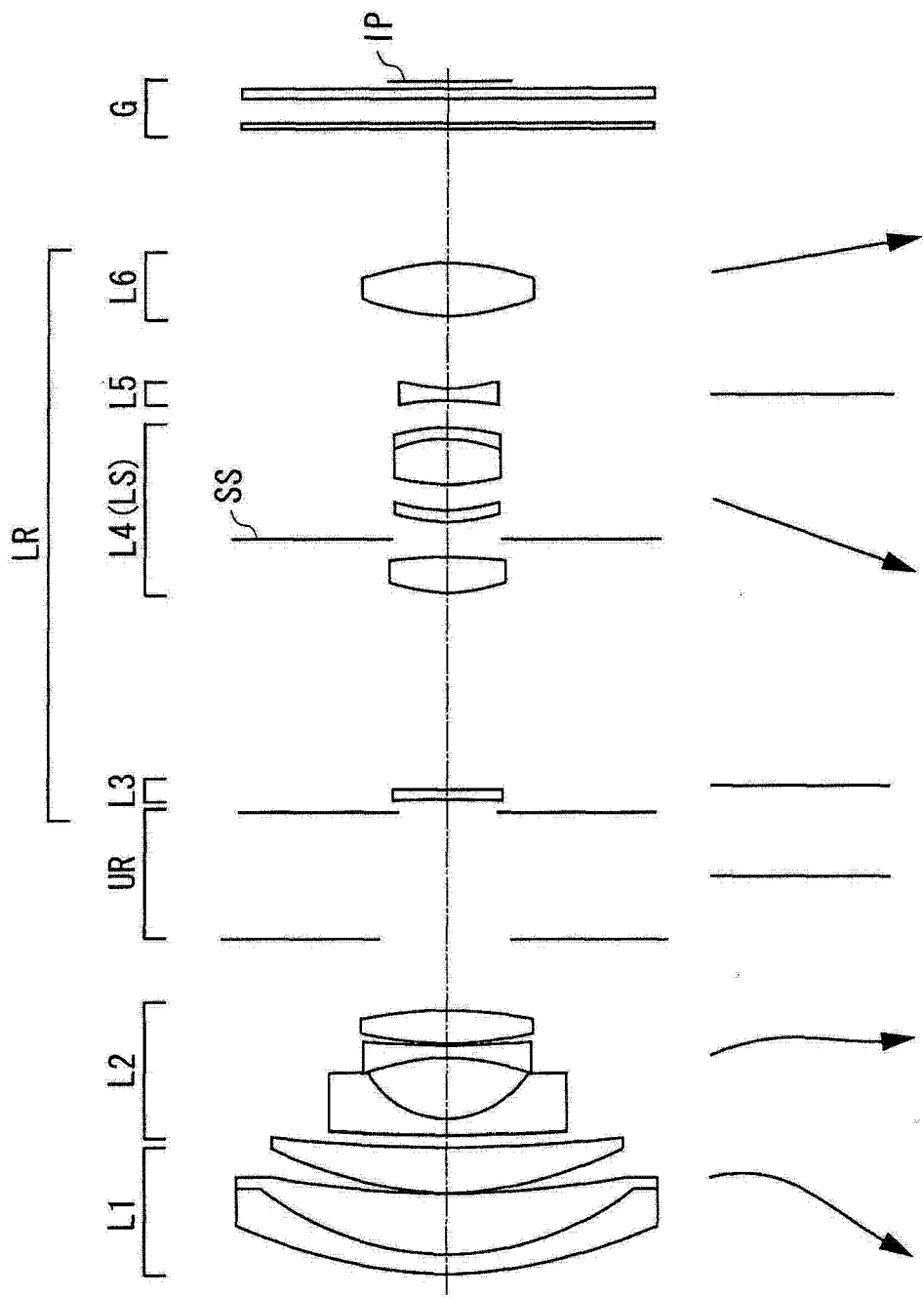


图 3

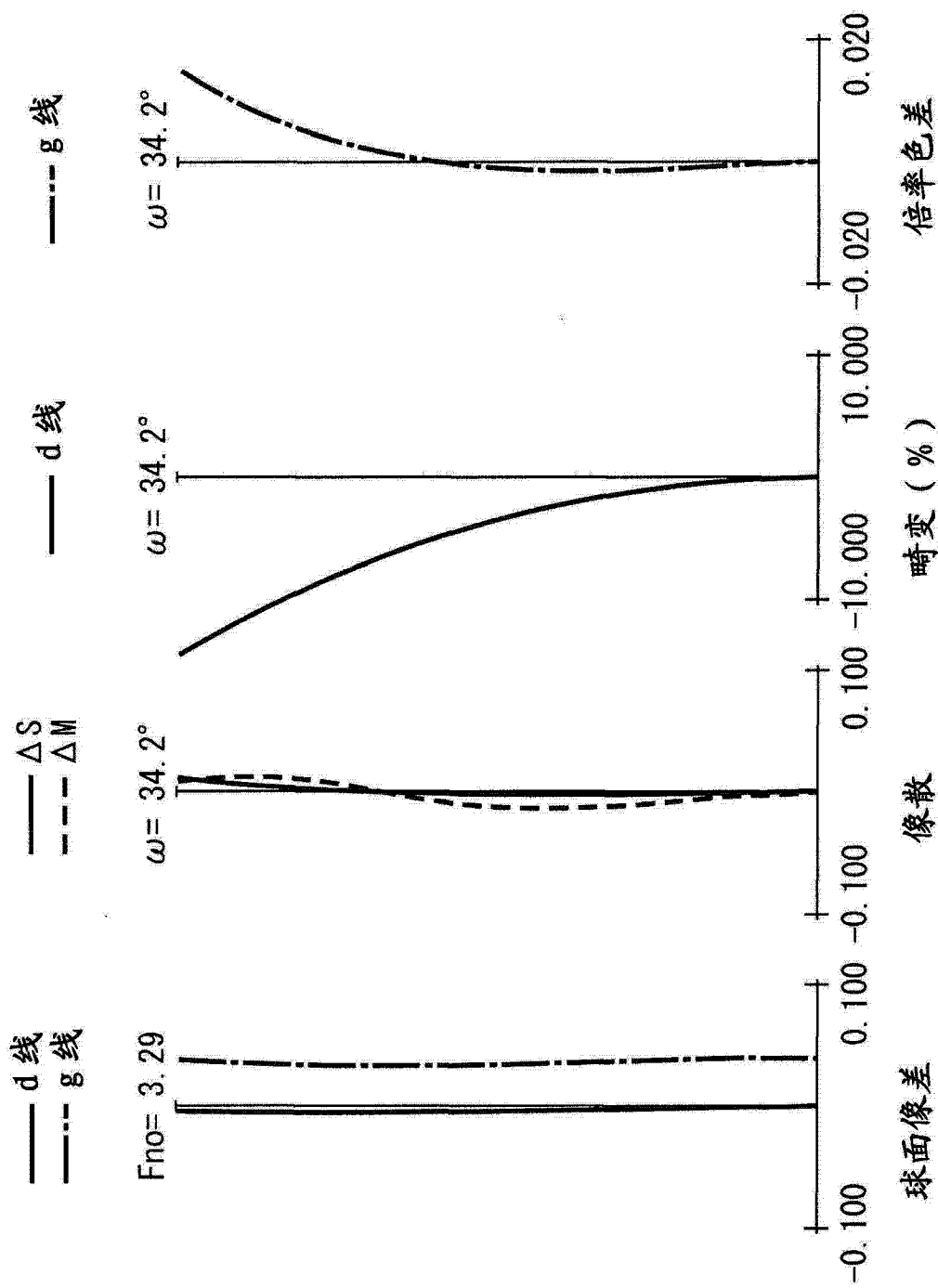


图 4A

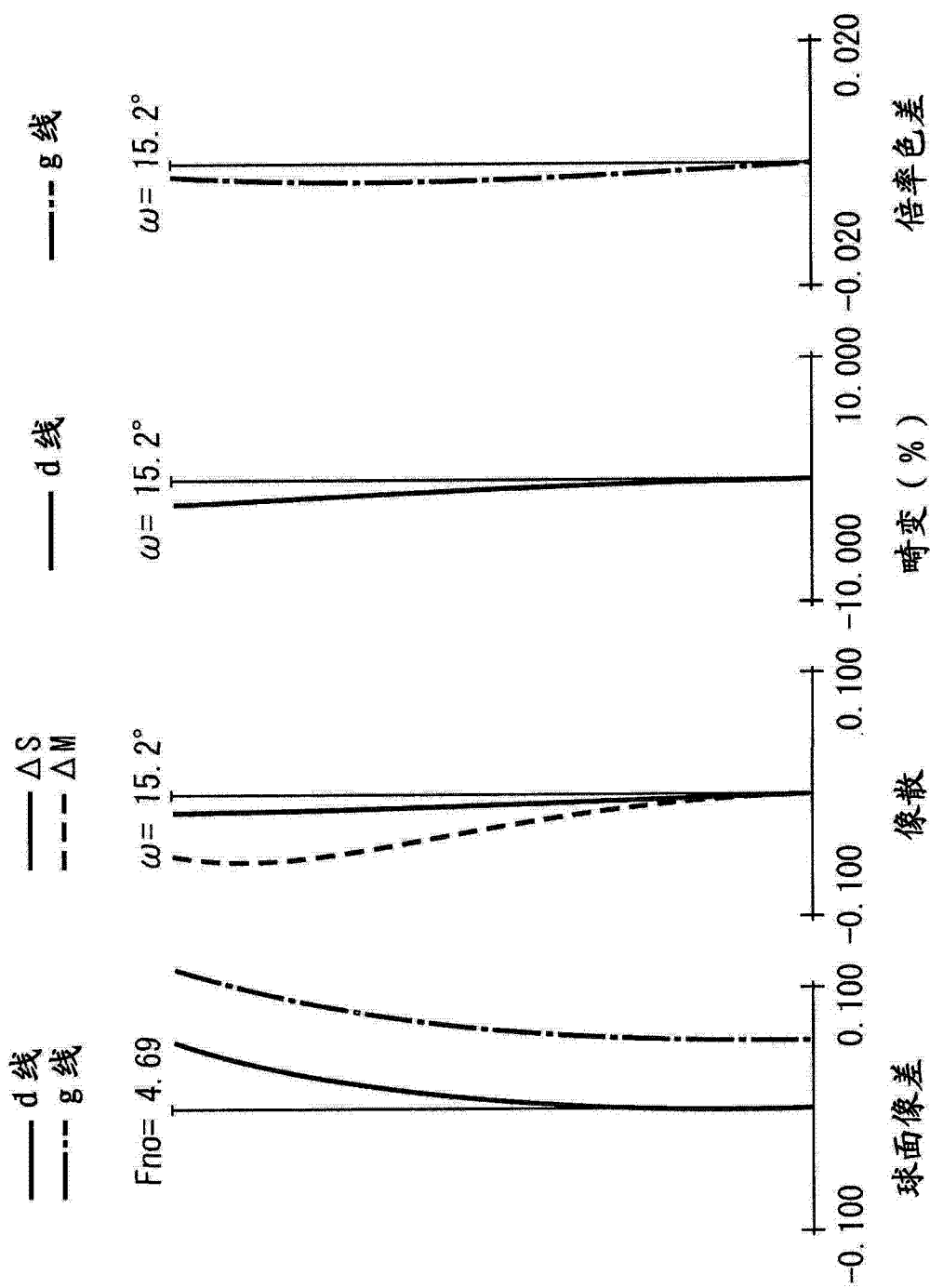


图 4B

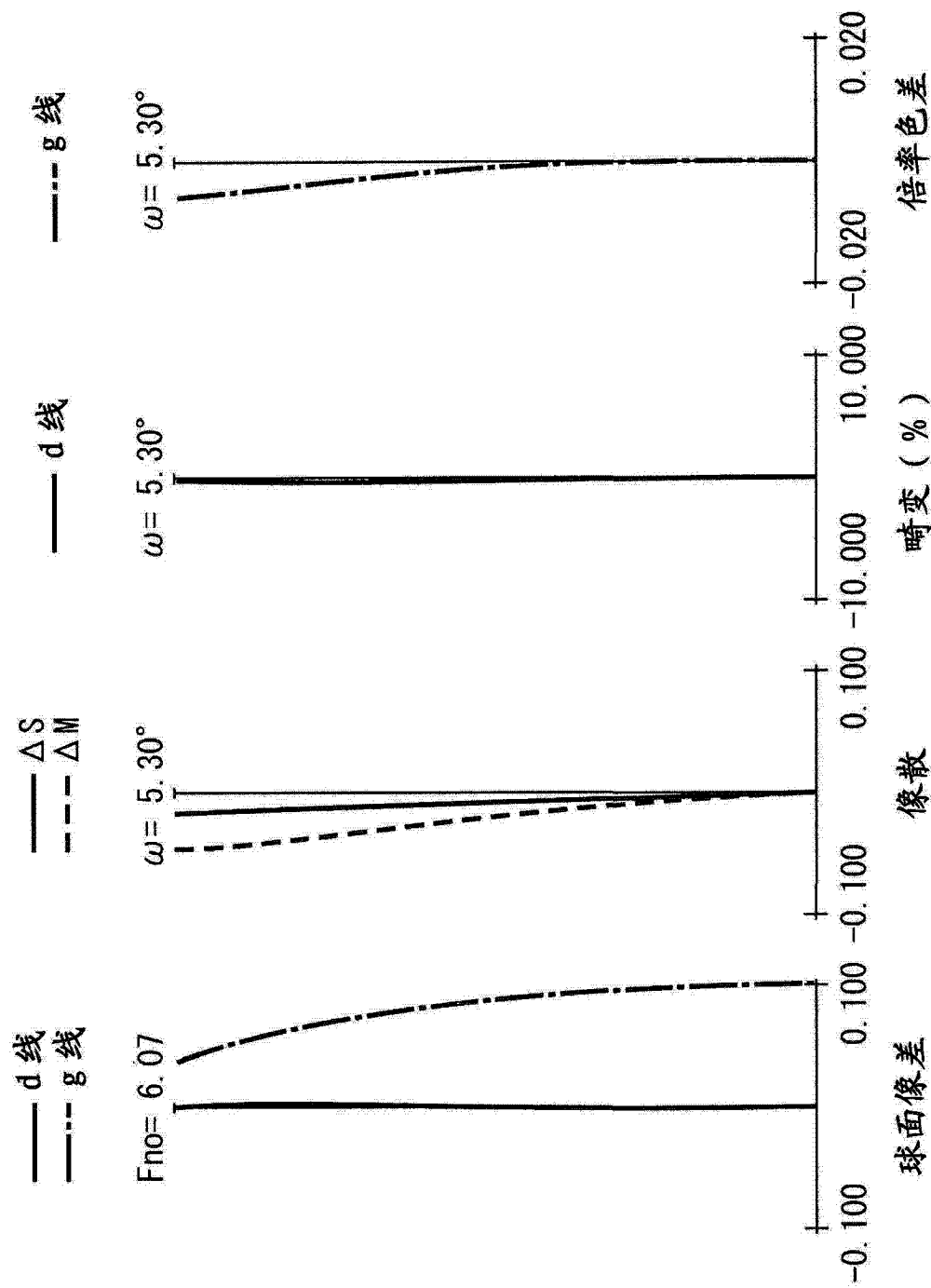


图 4C

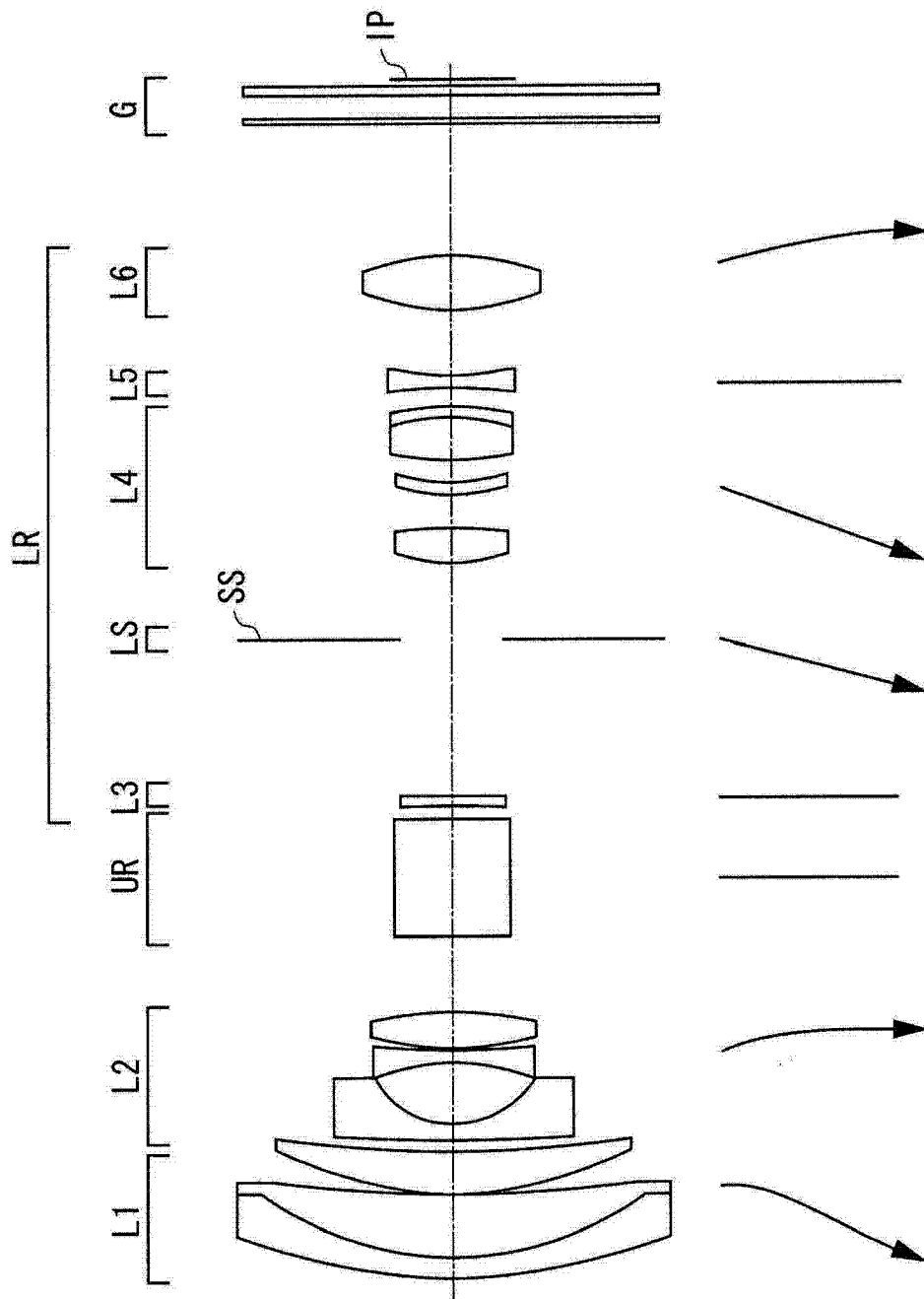


图 5

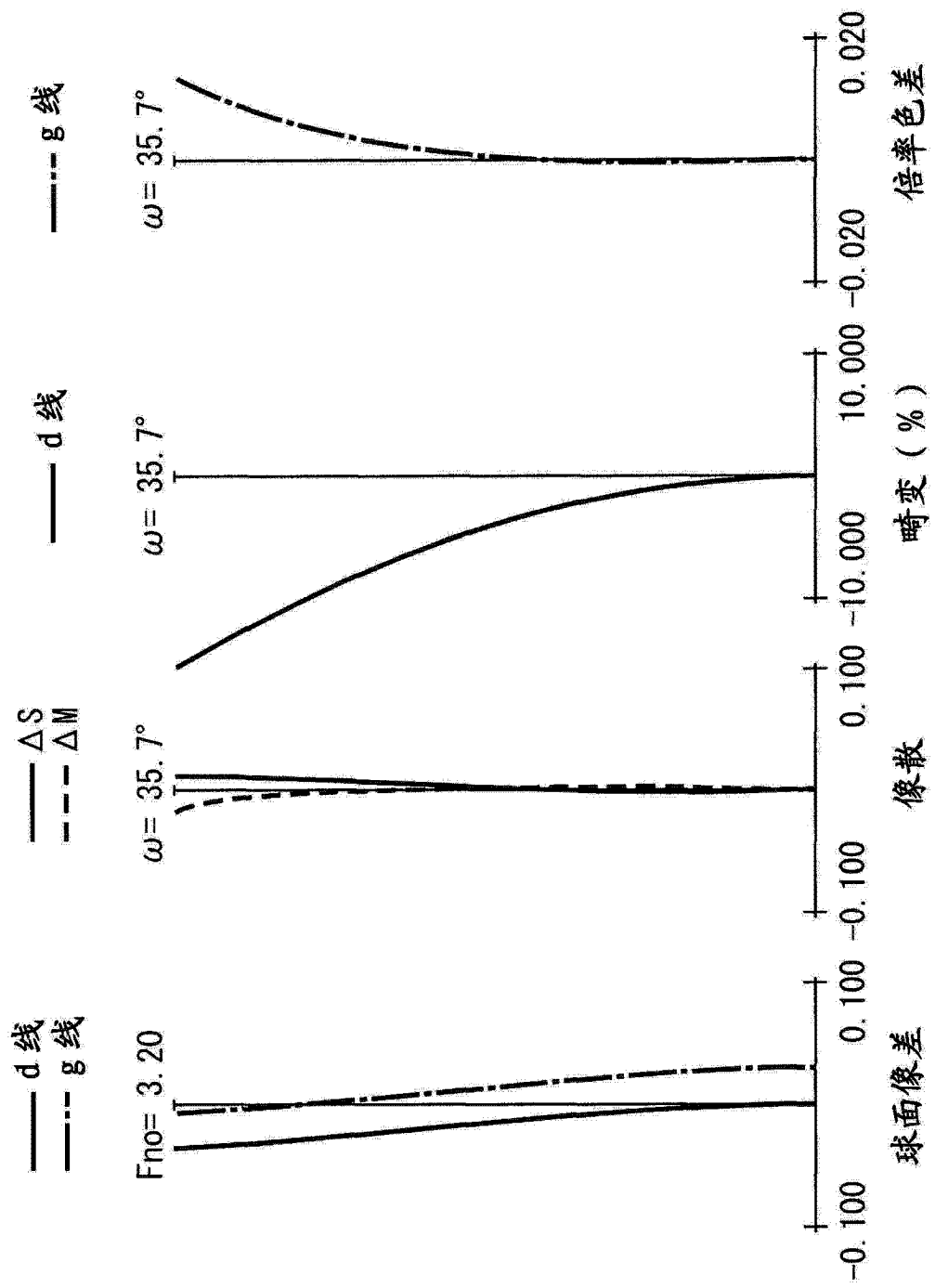


图 6A

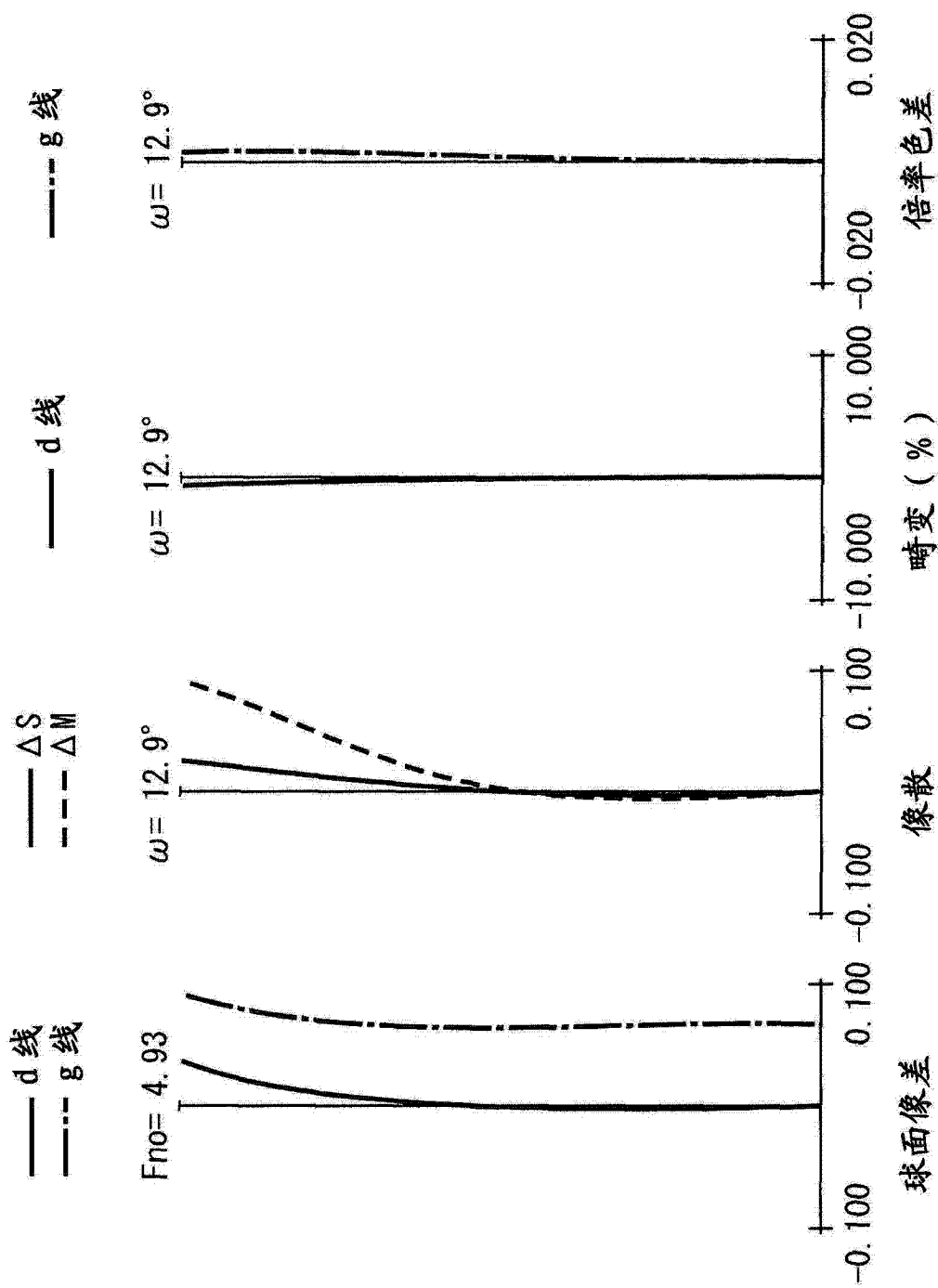


图 6B

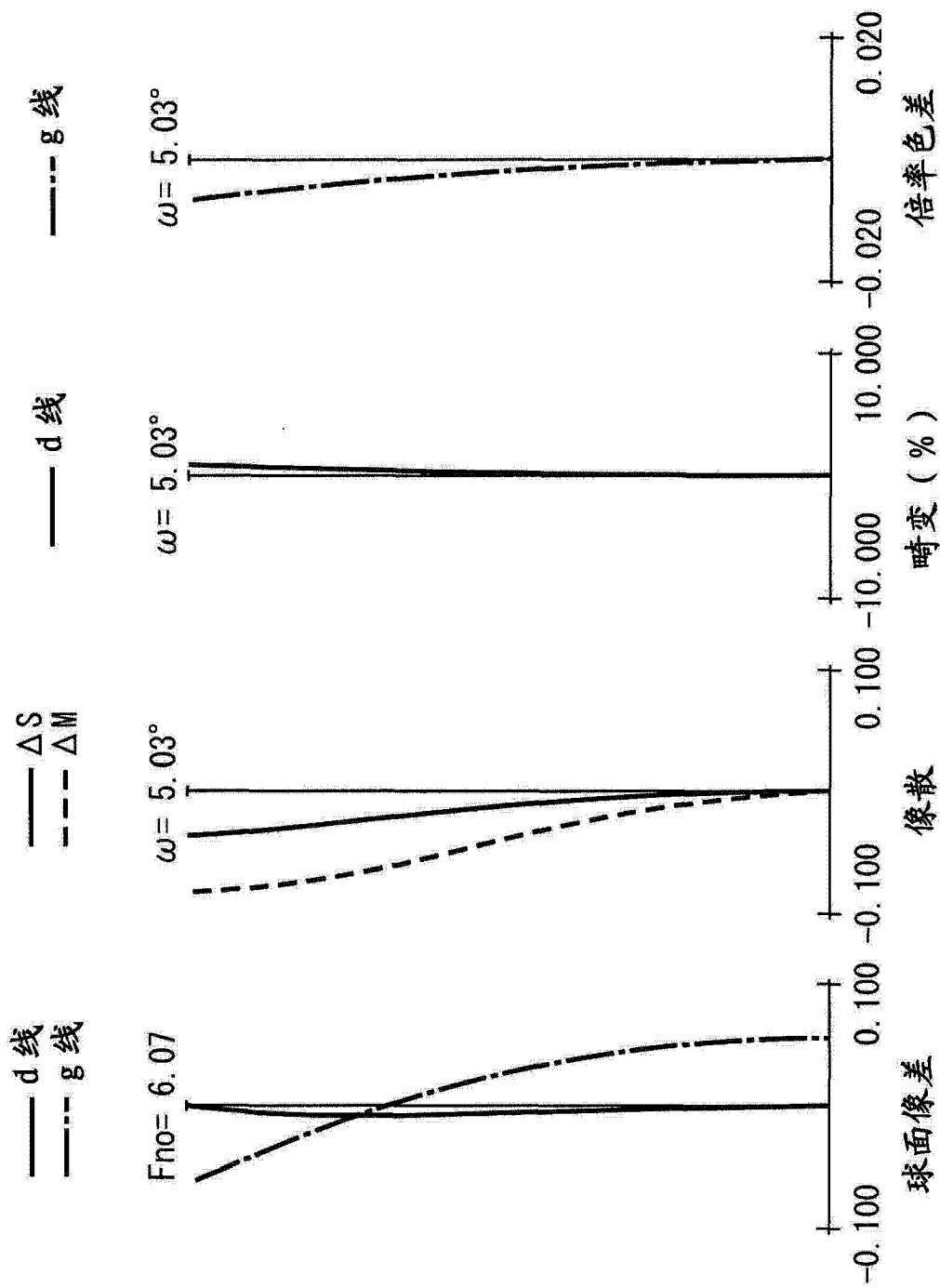


图 6C

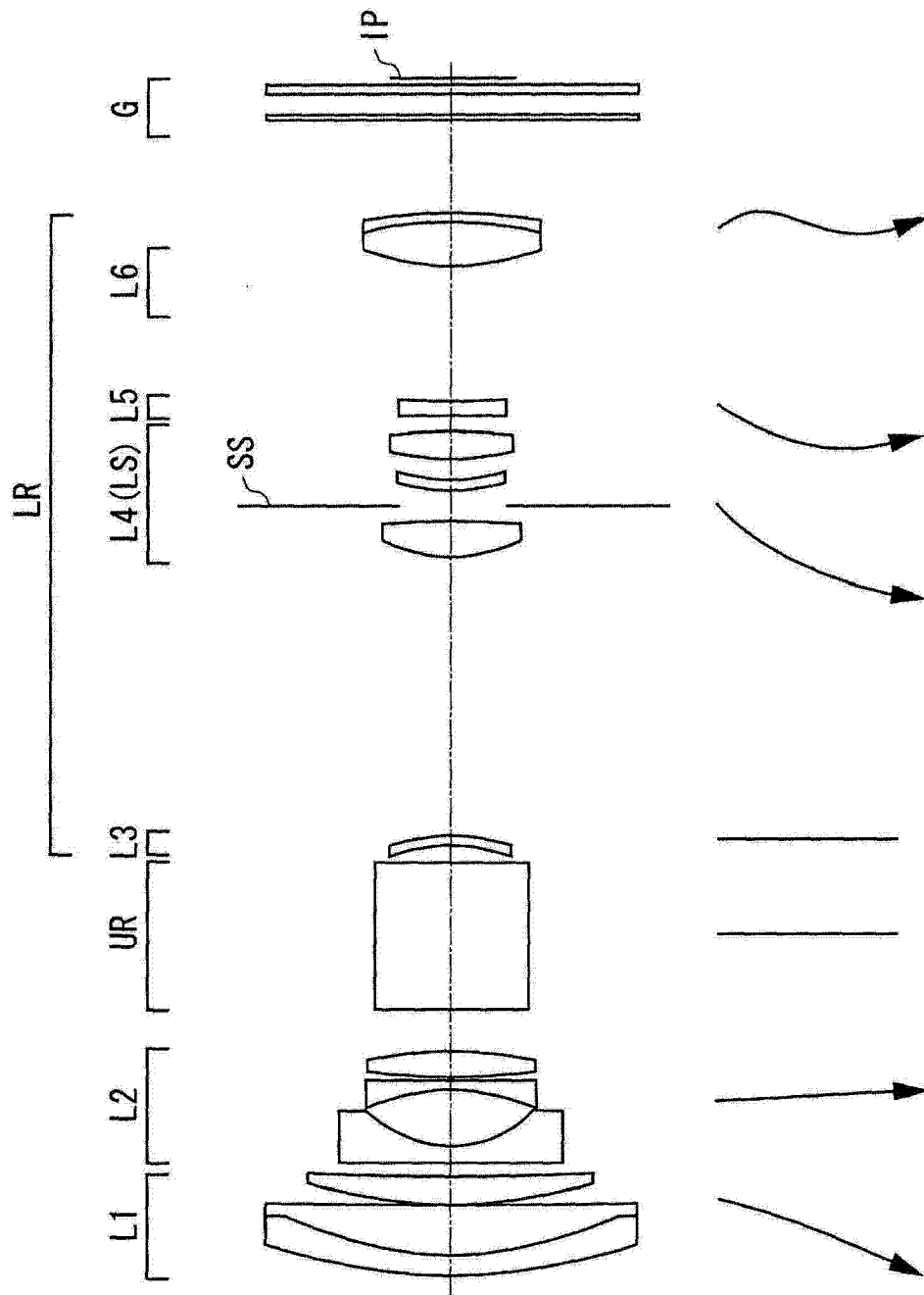


图 7

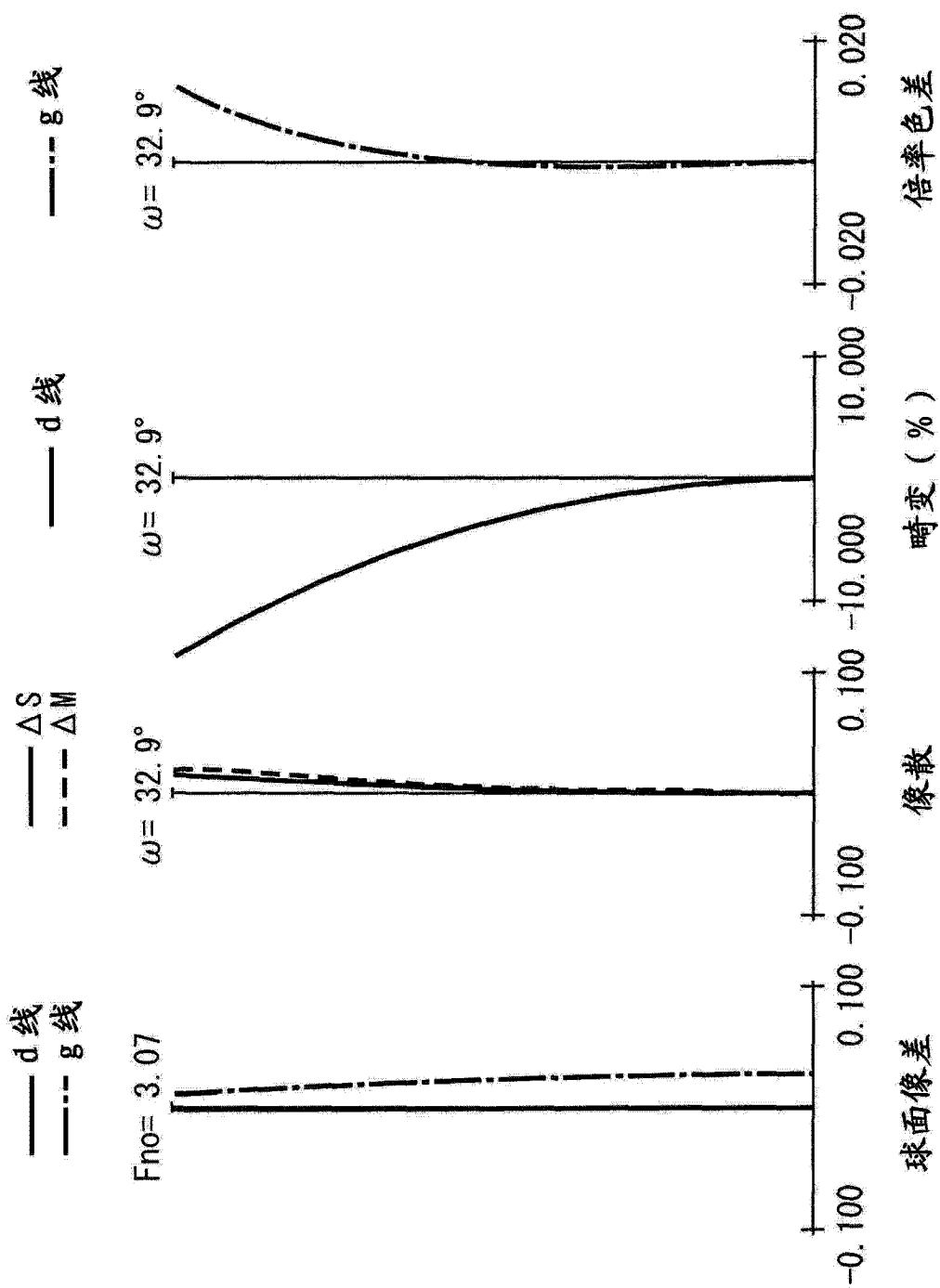


图 8A

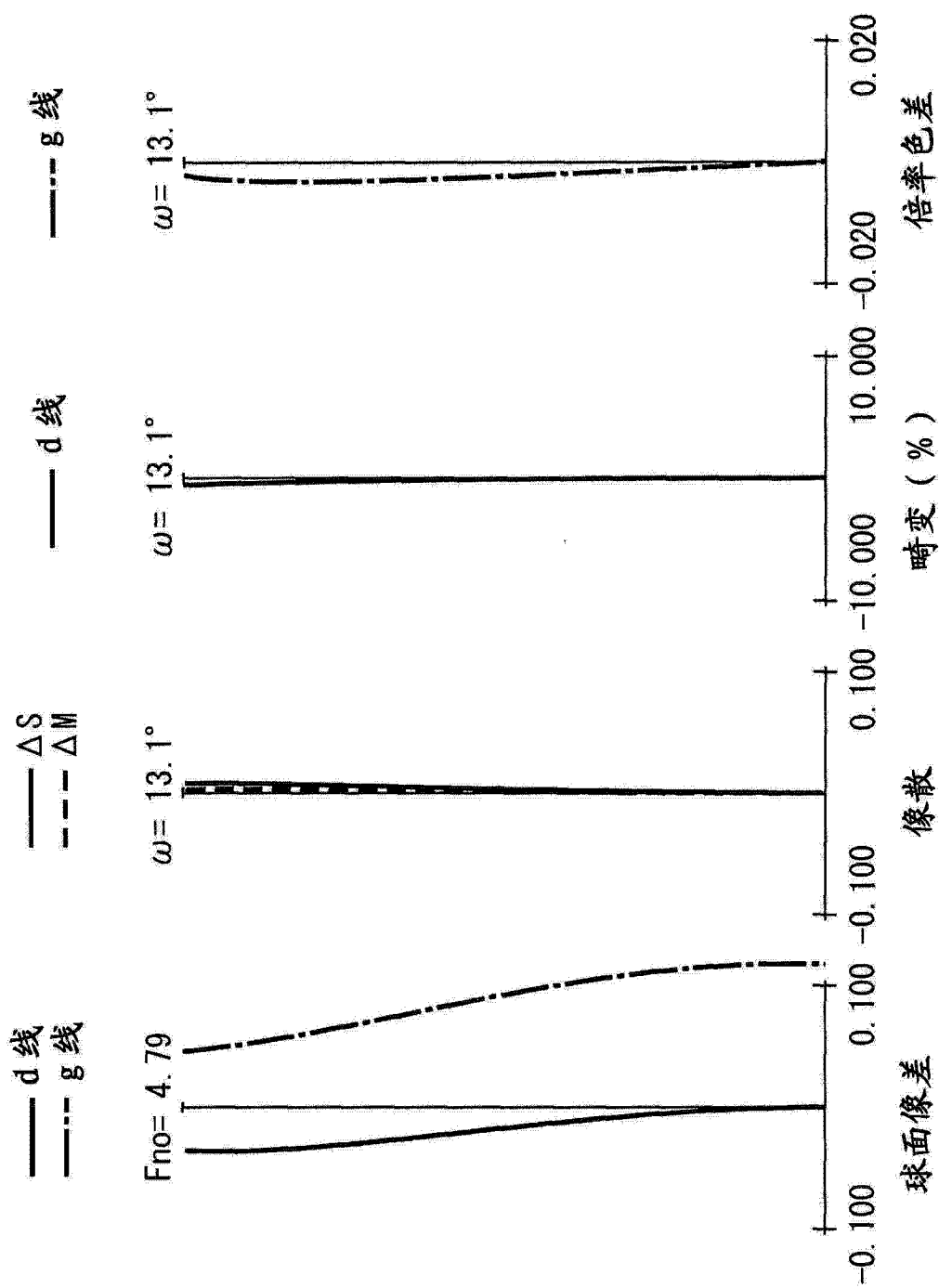


图 8B

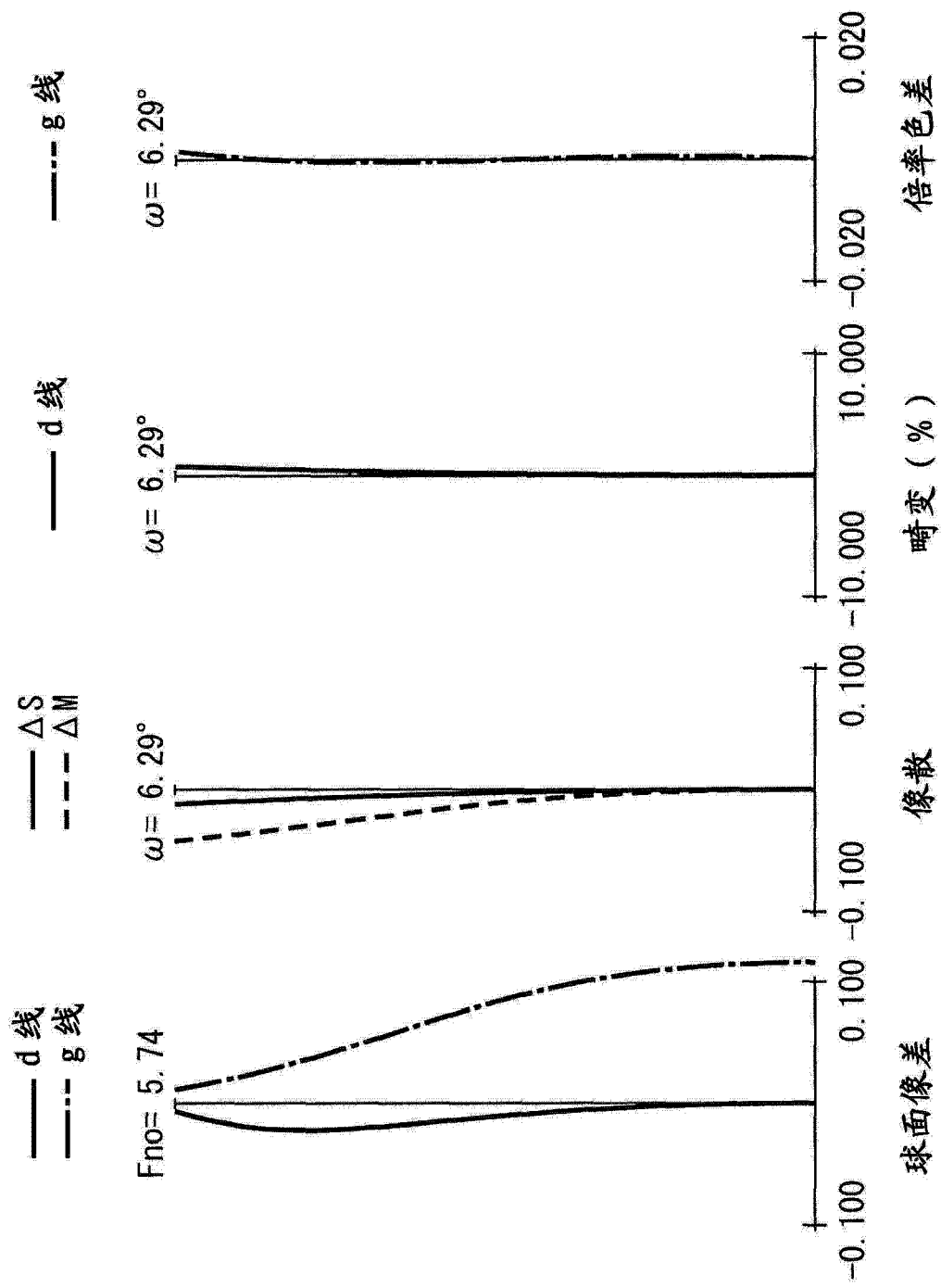


图 8C

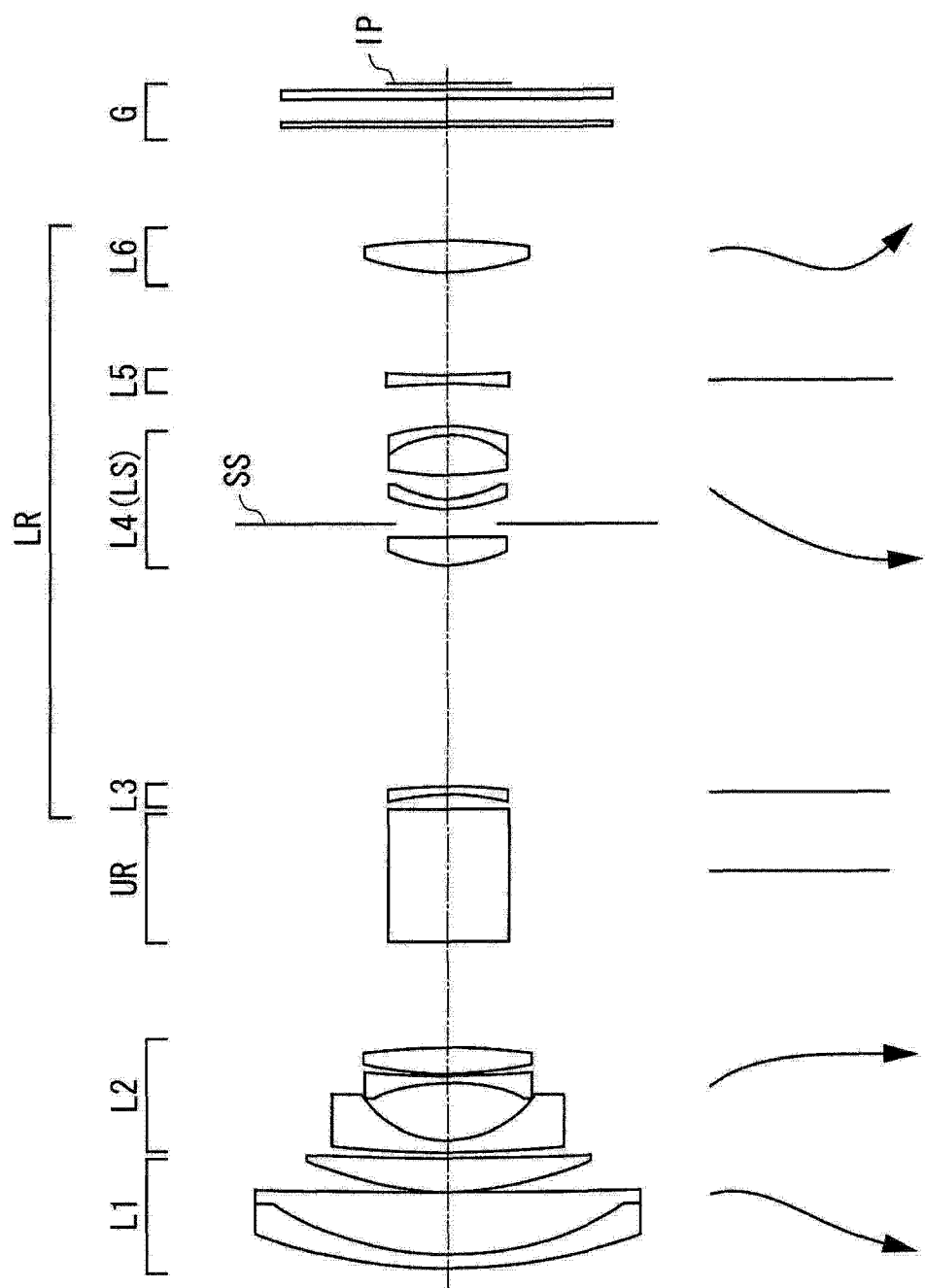


图 9

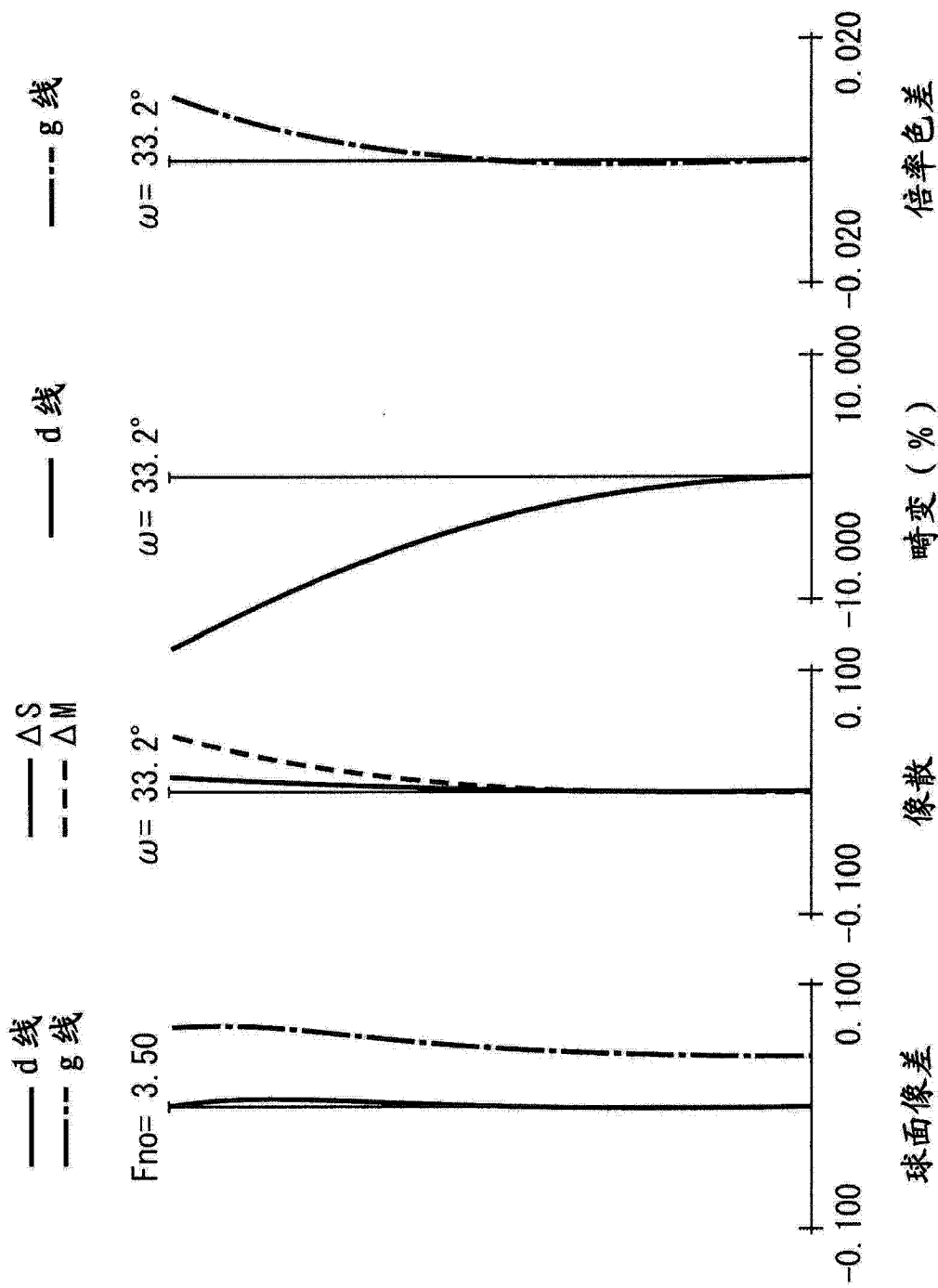


图 10A

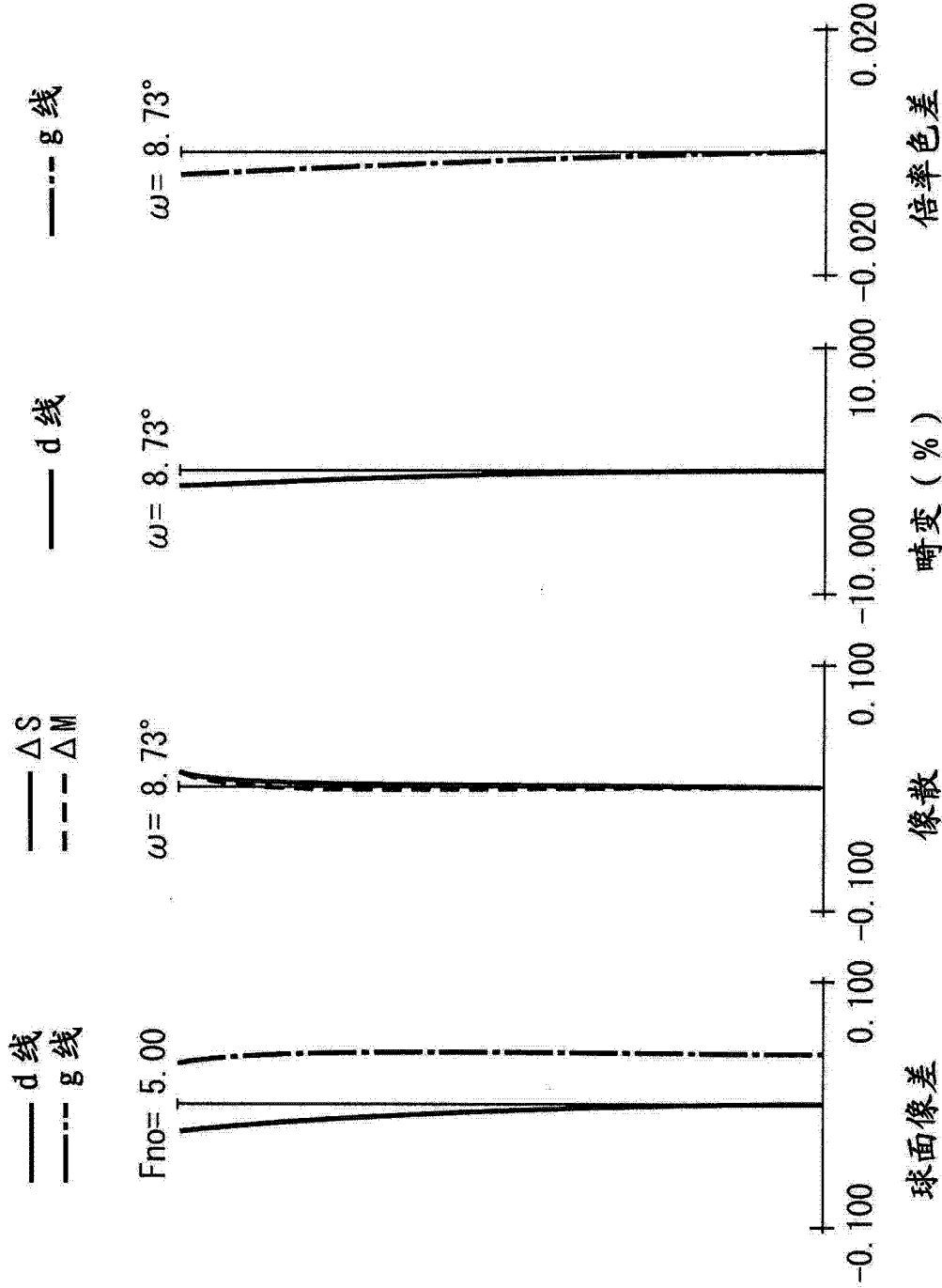


图 10B

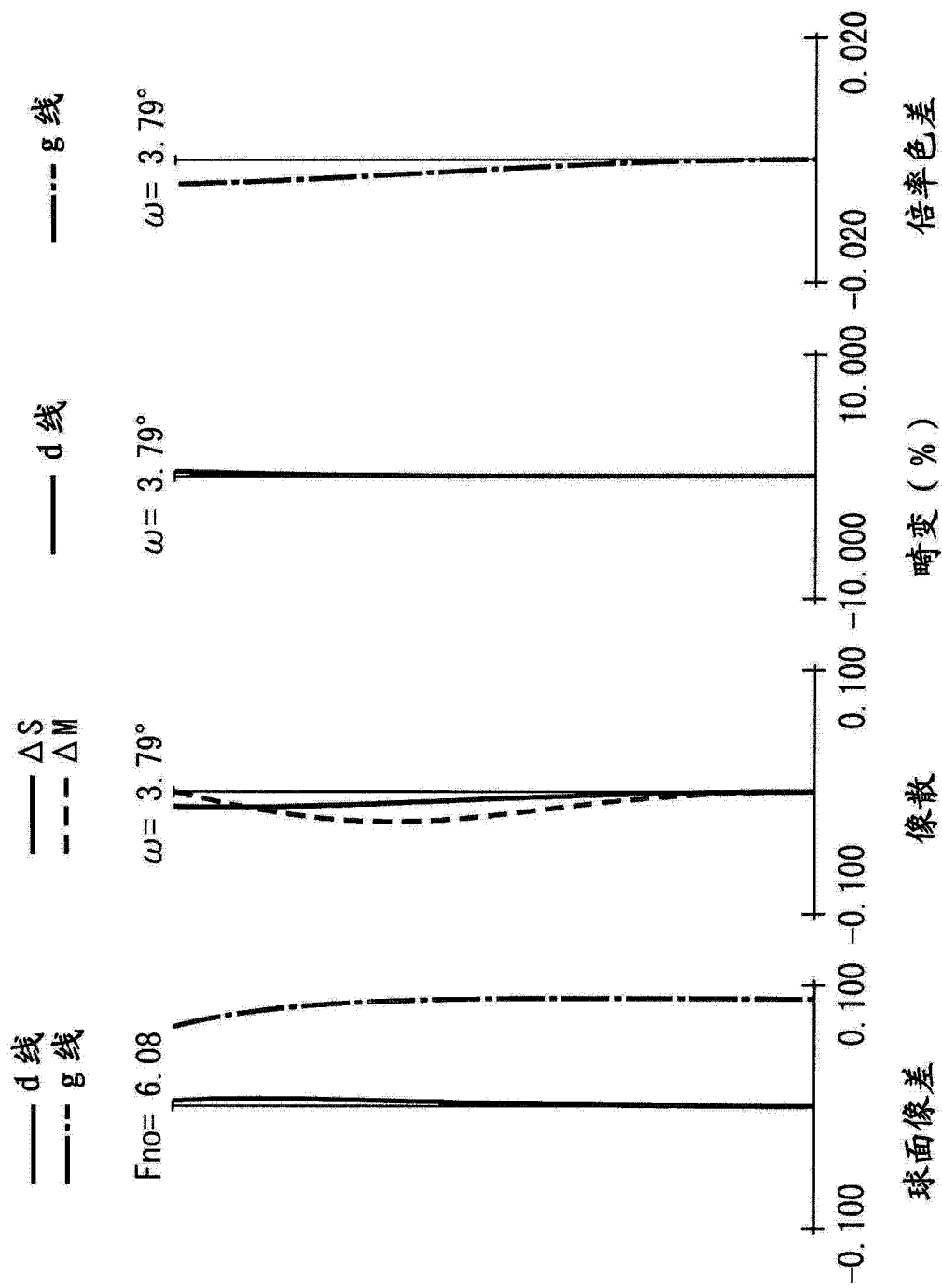


图 10C

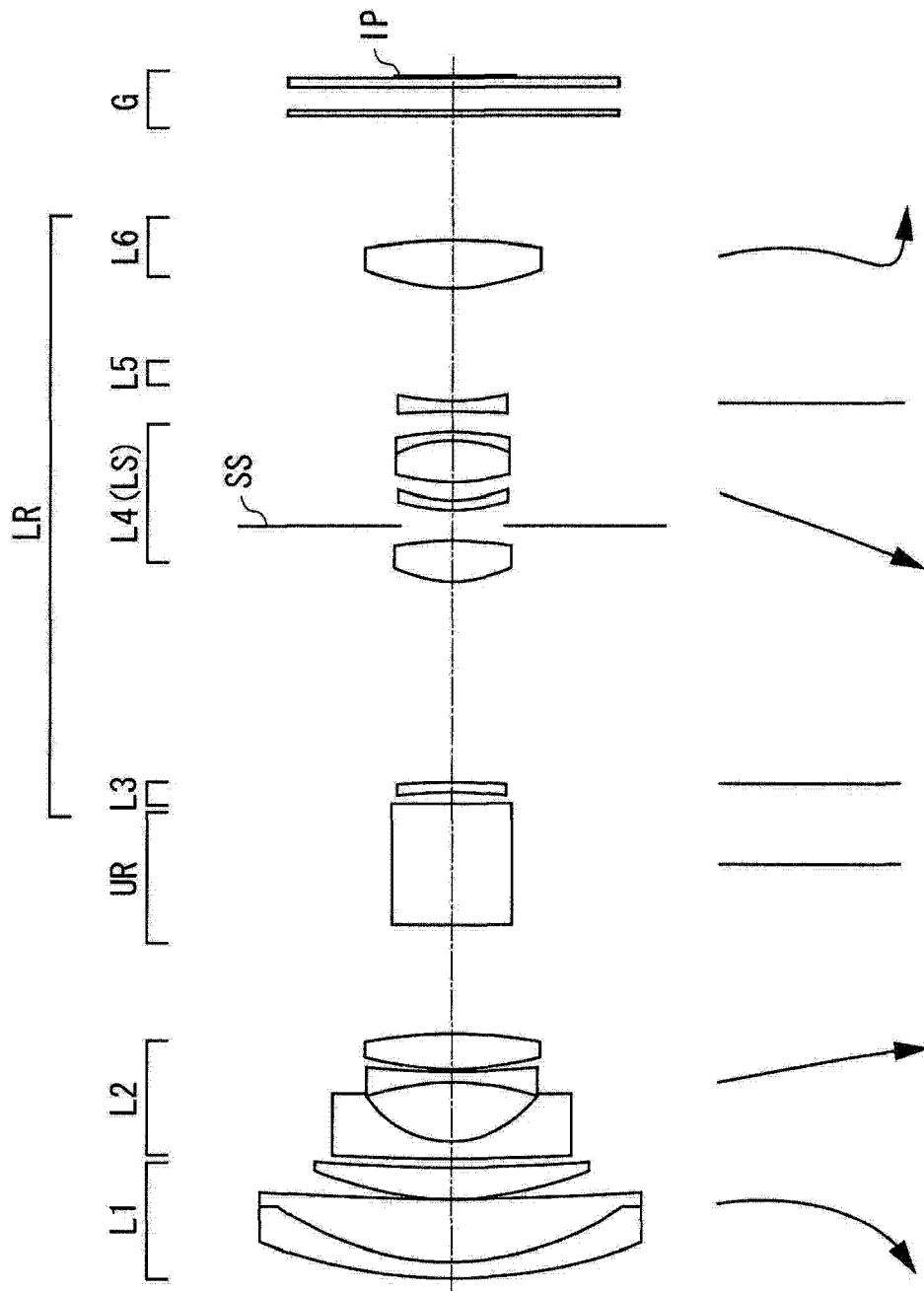


图 11

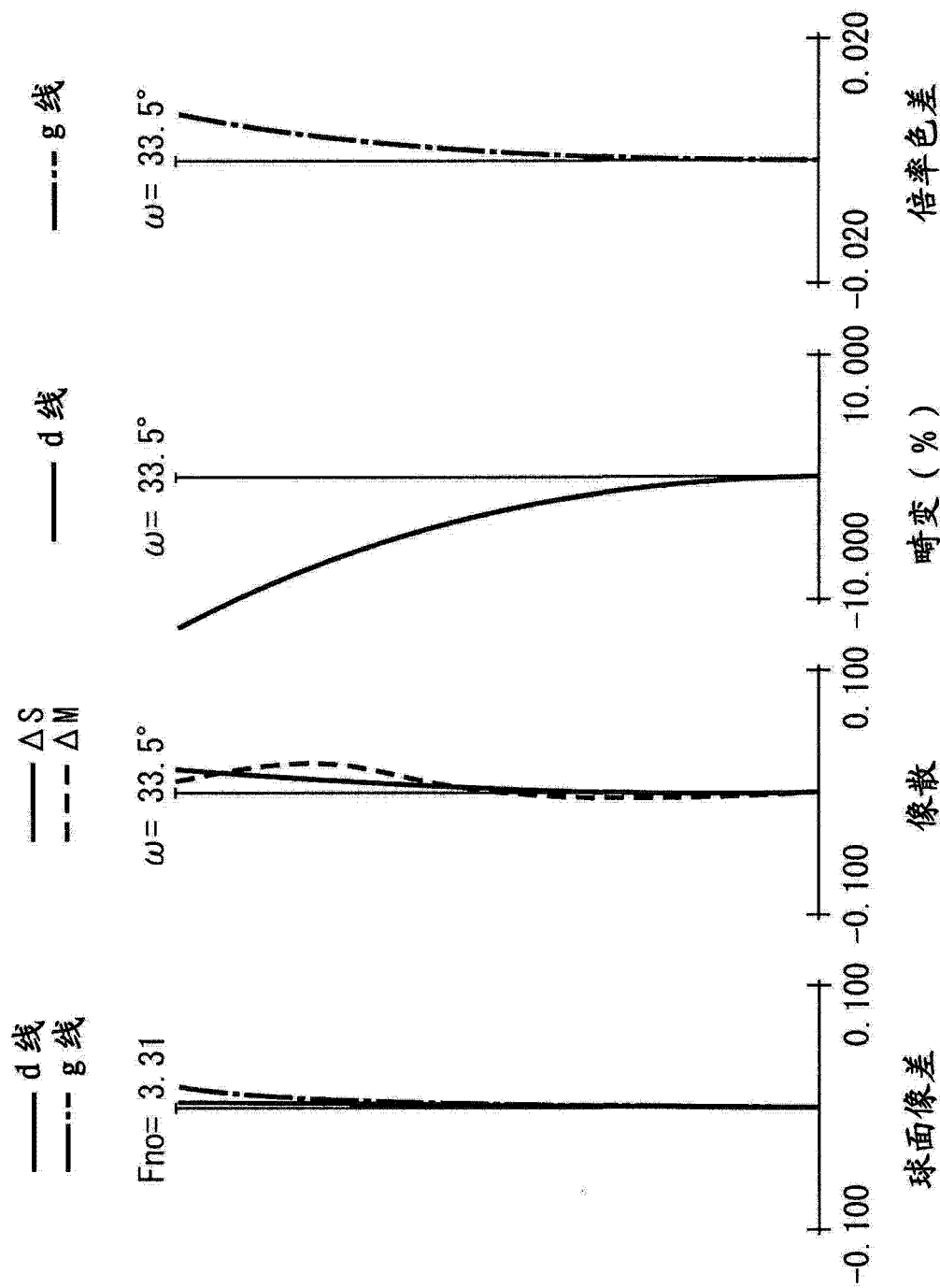


图 12A

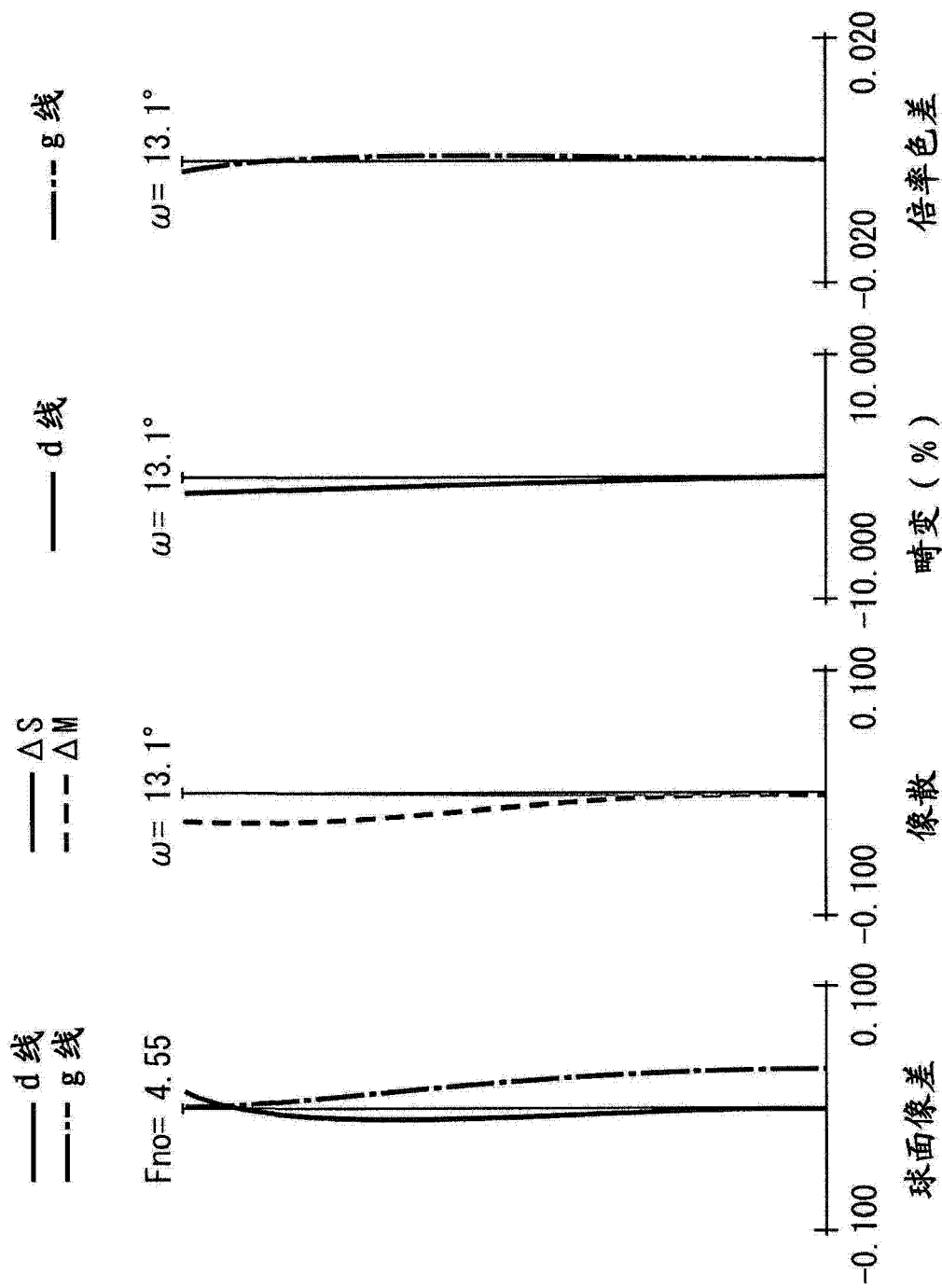


图 12B

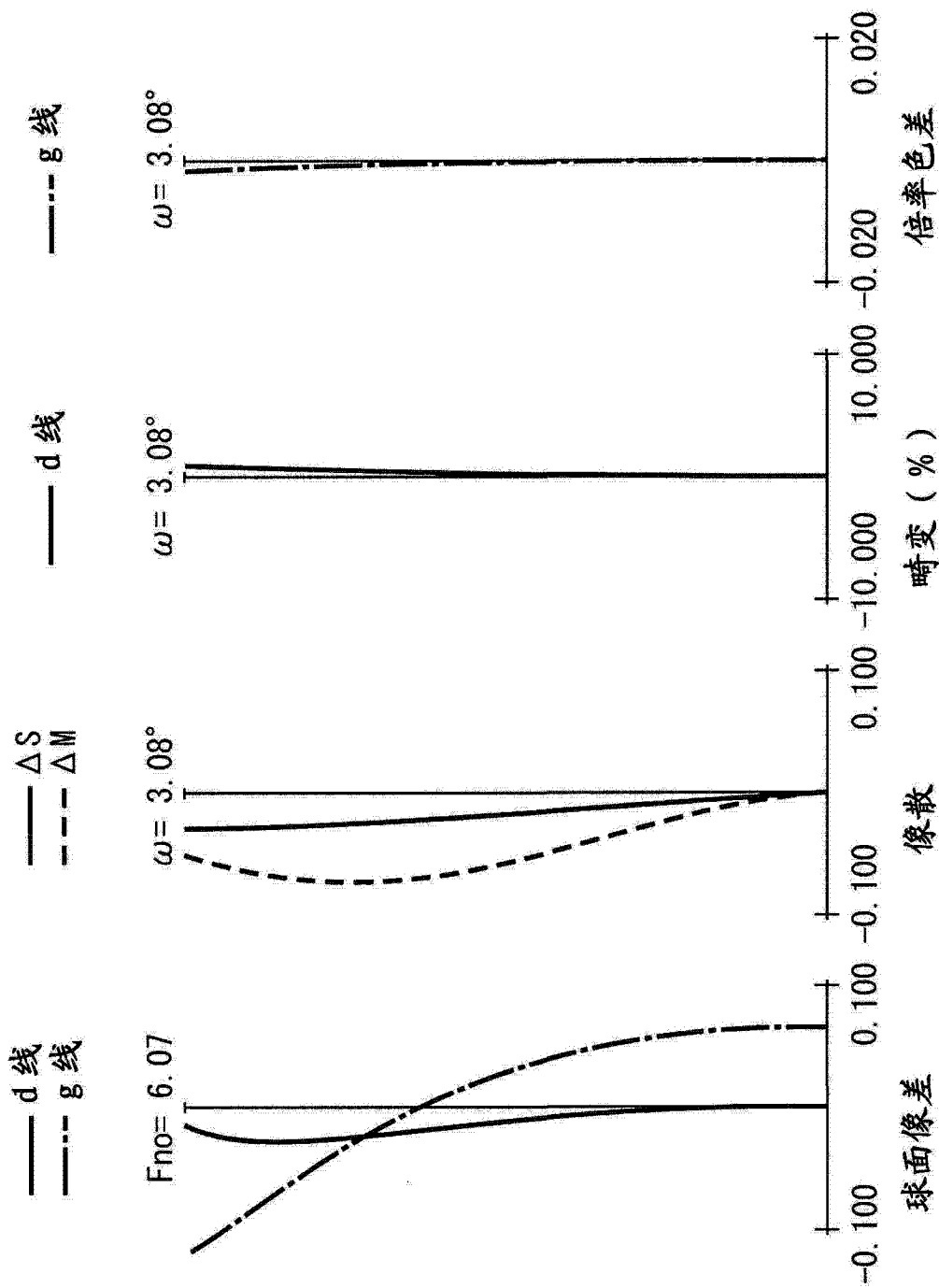


图 12C

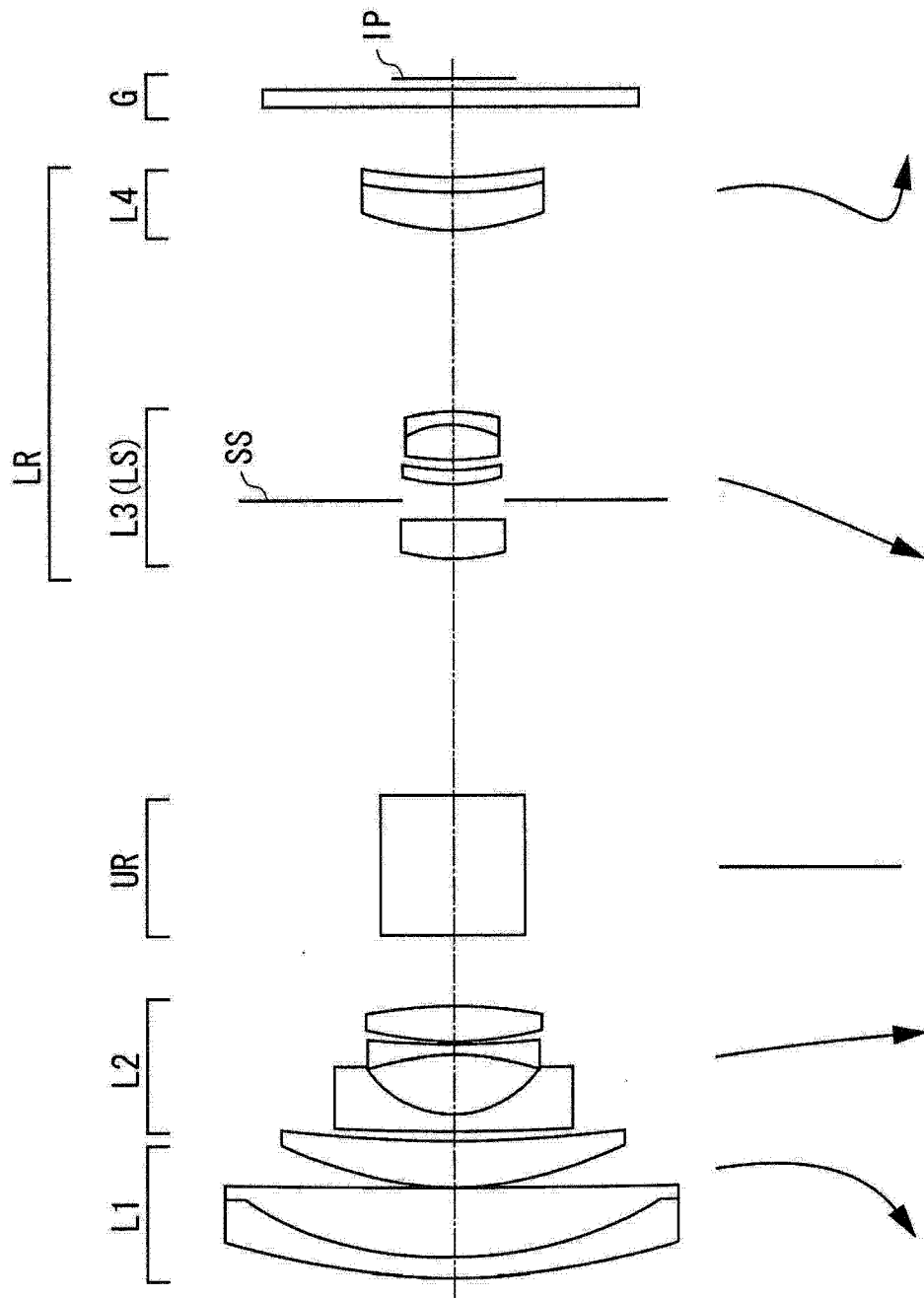


图 13

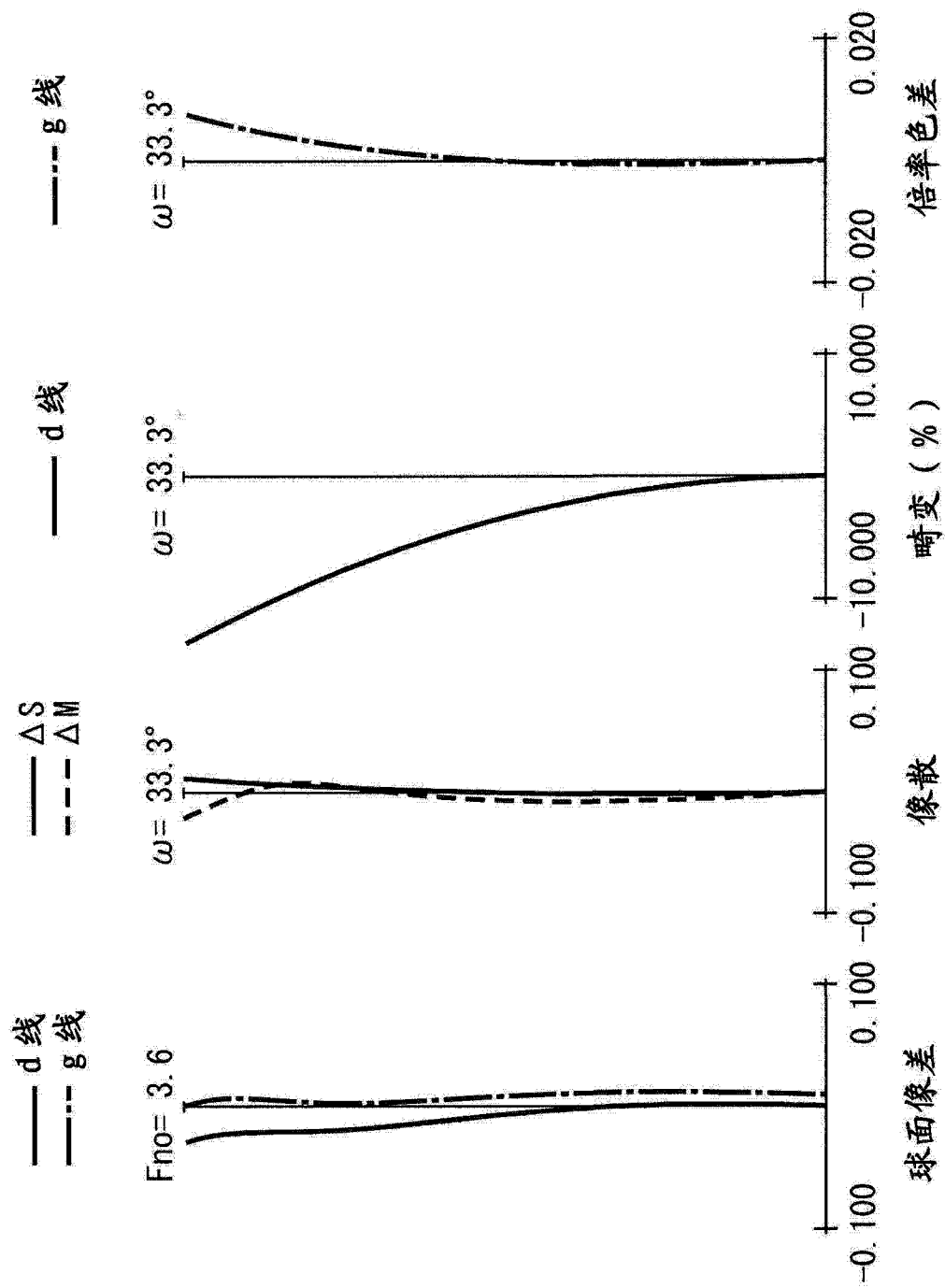


图 14A

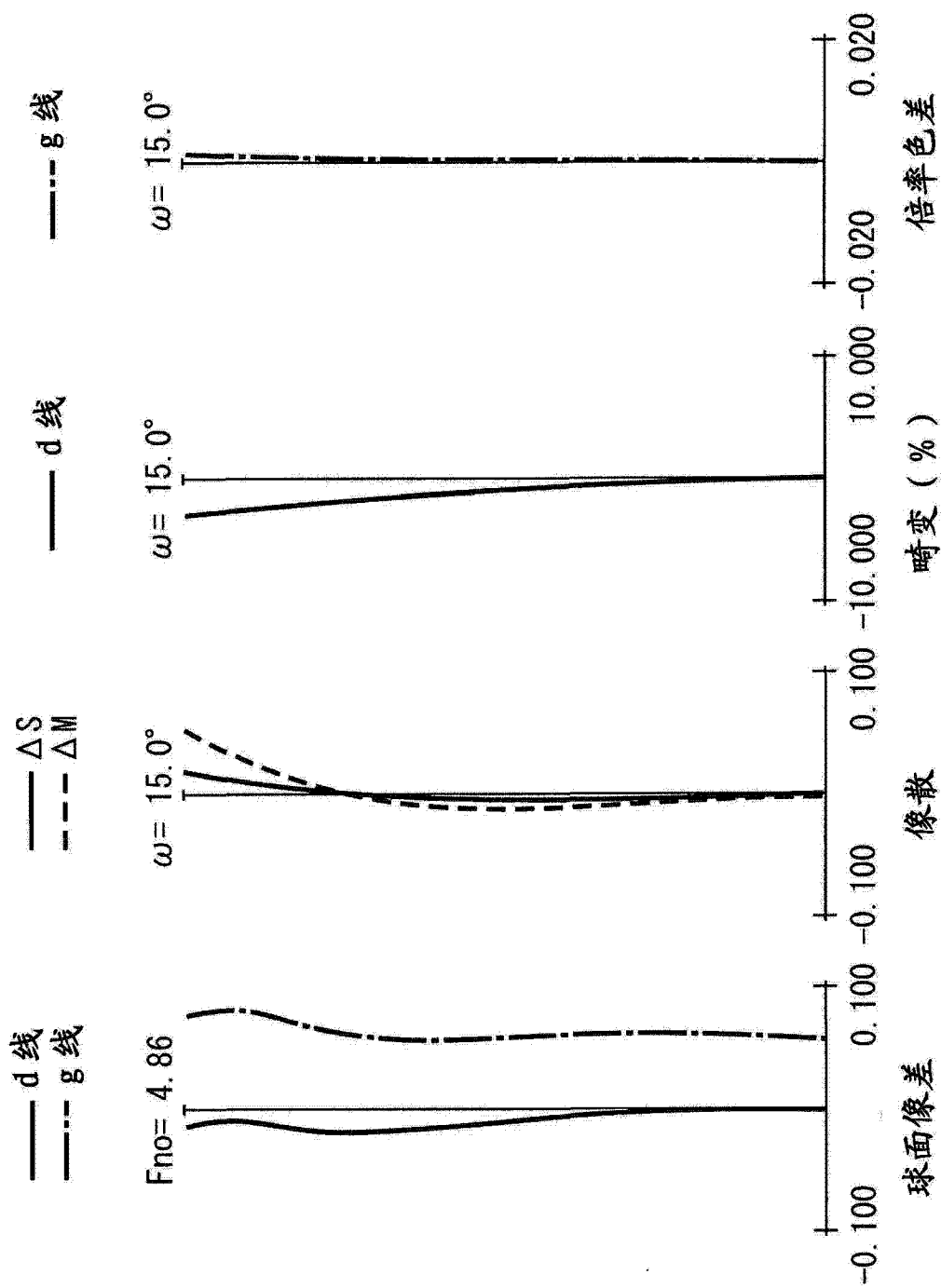


图 14B

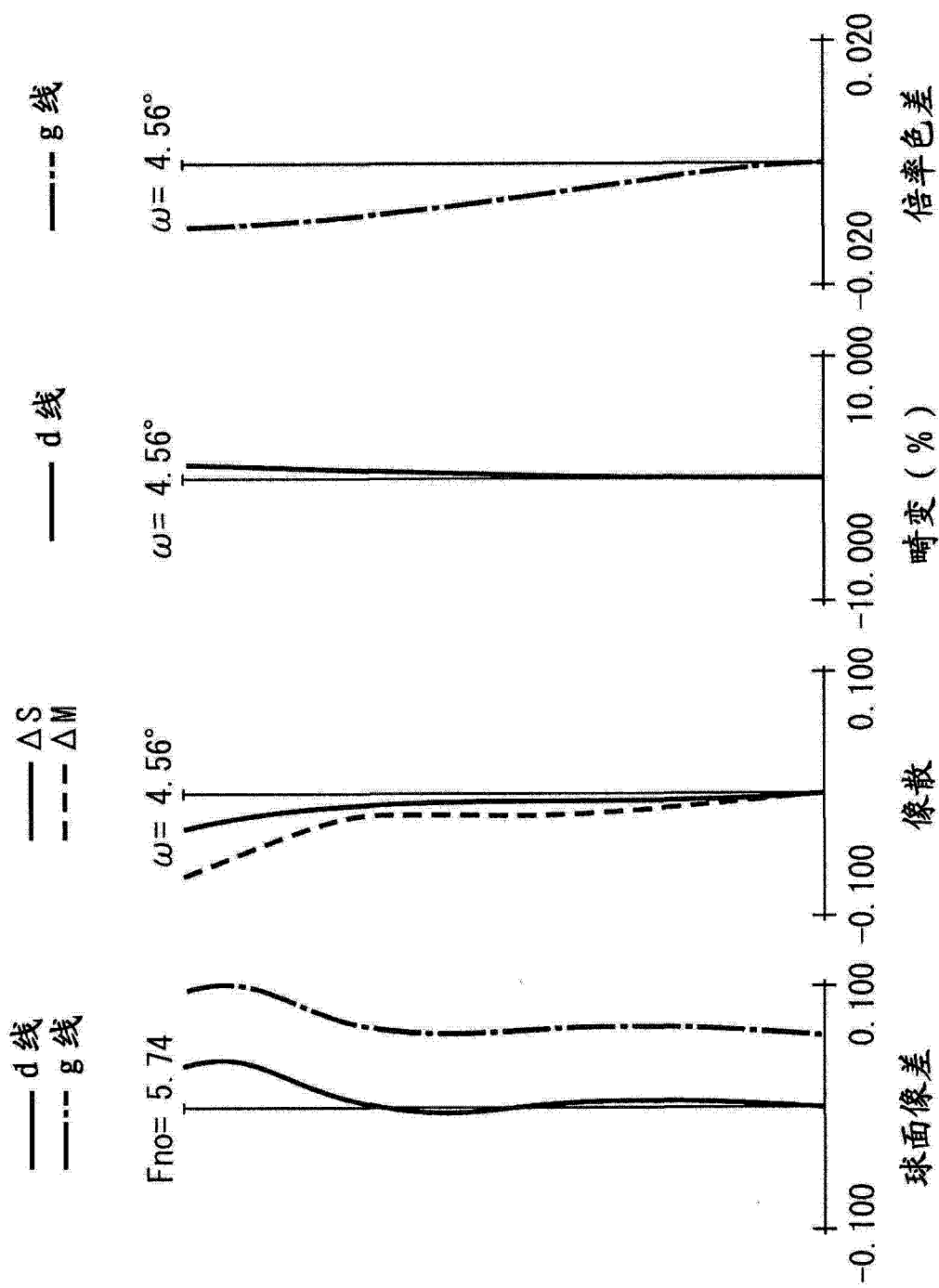


图 14C

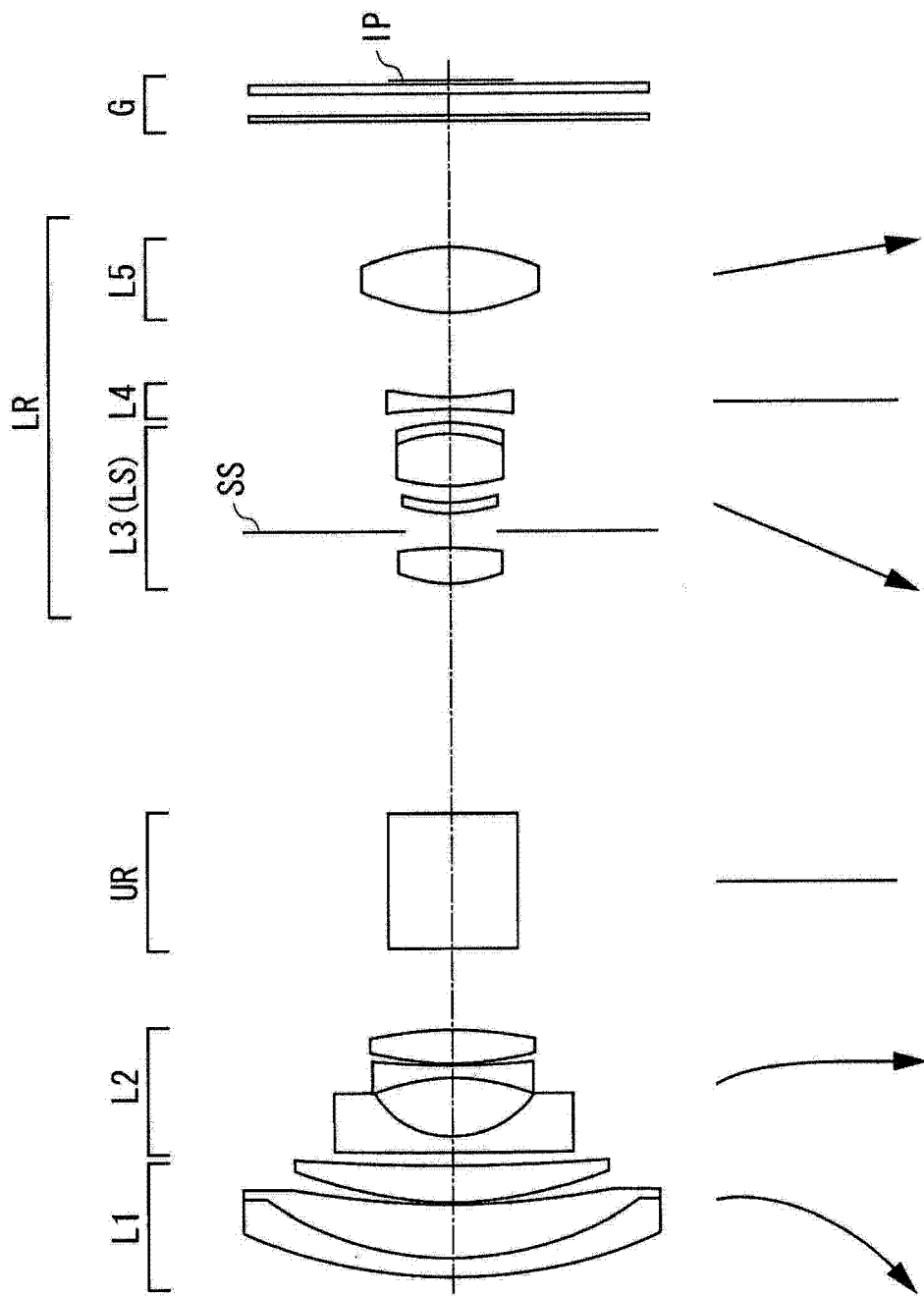


图 15

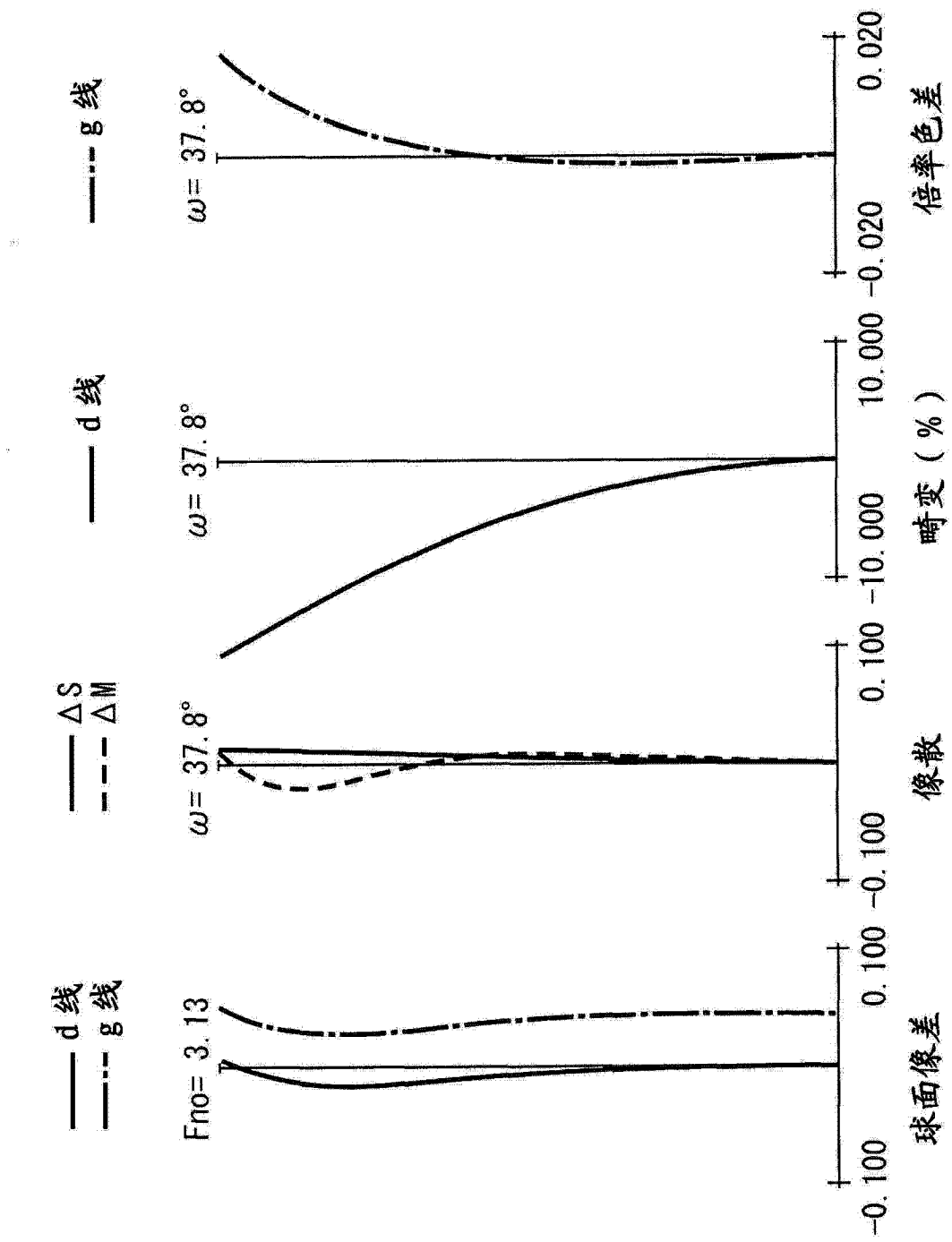


图 16A

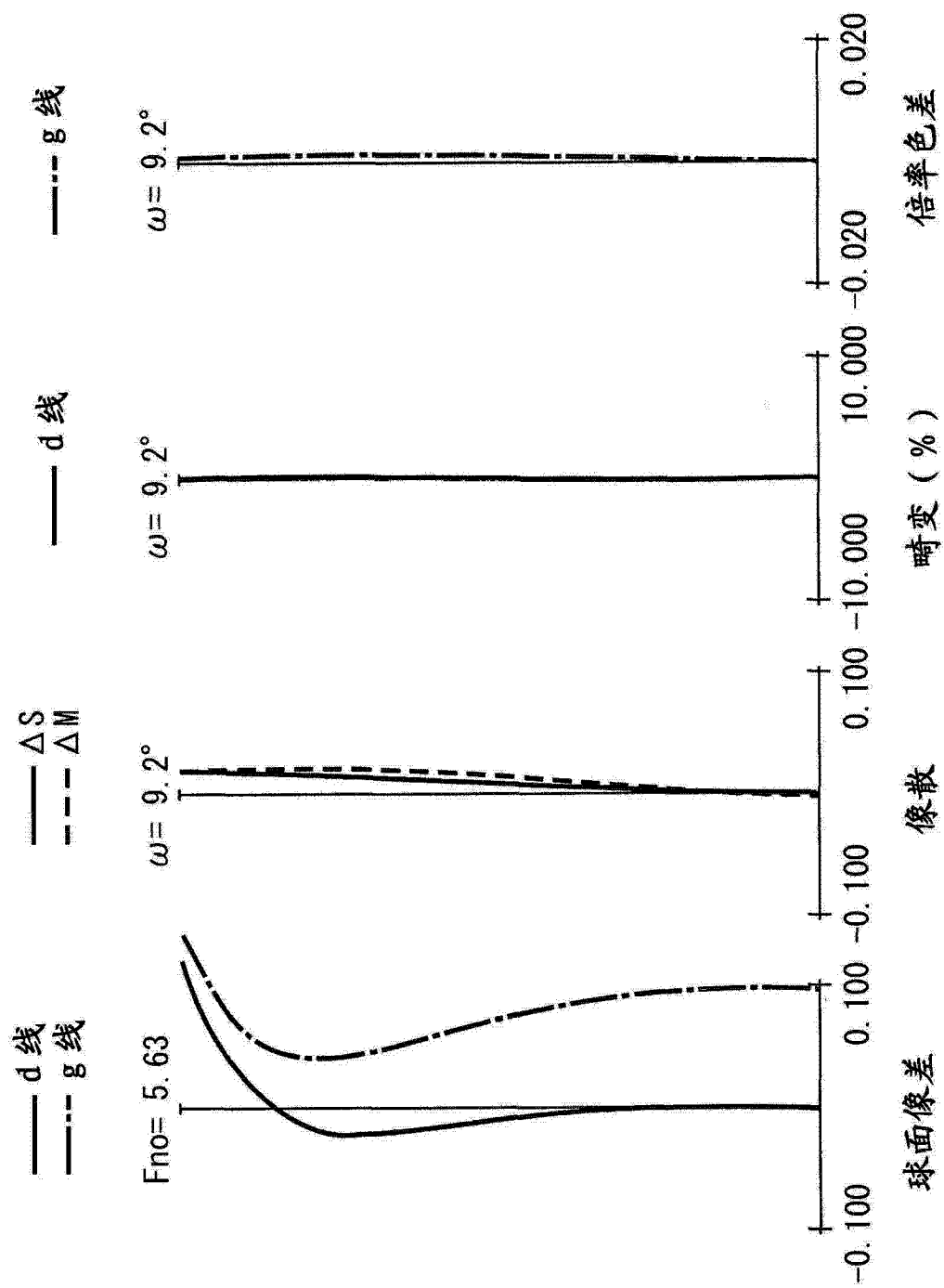


图 16B

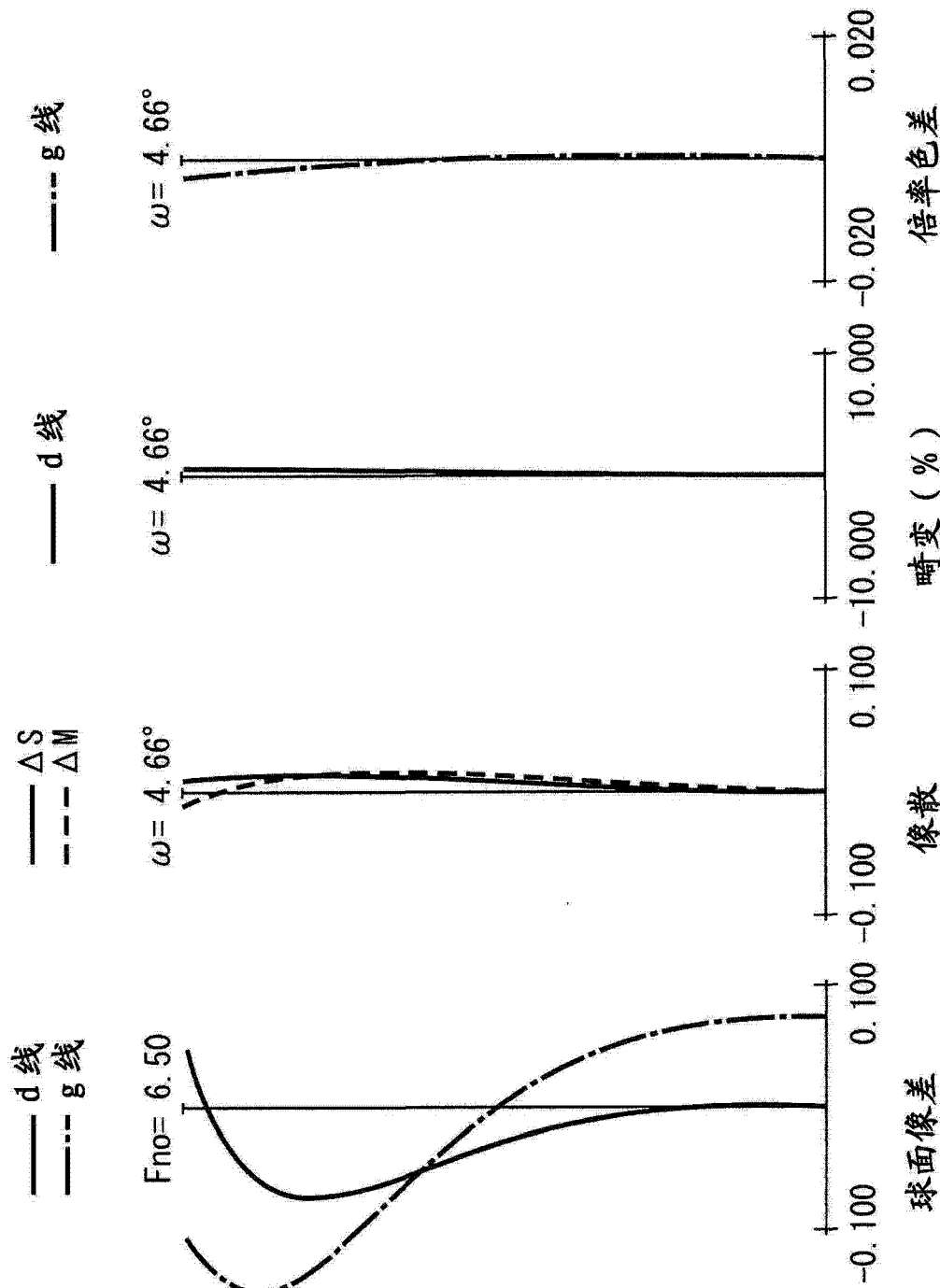


图 16C

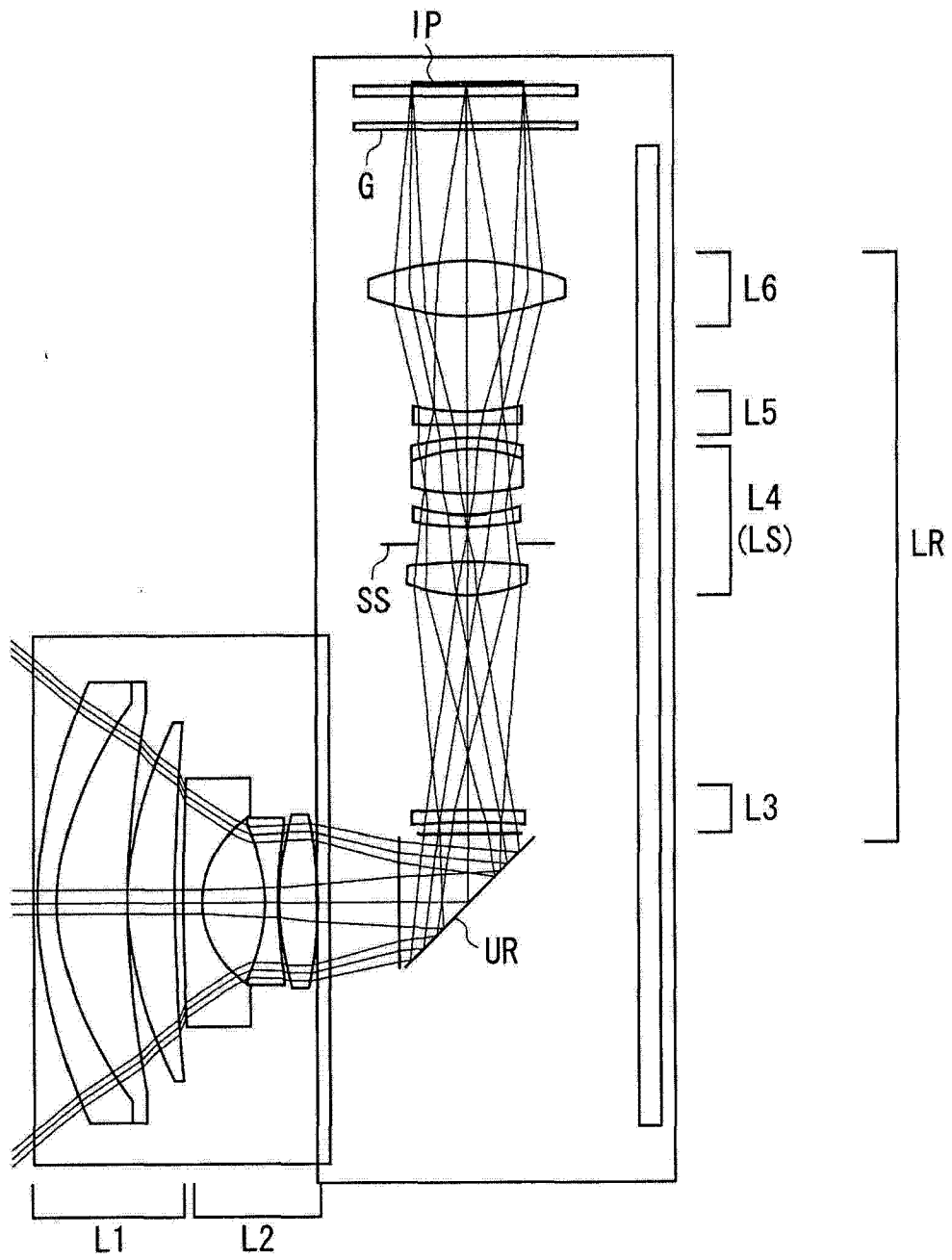


图 17A

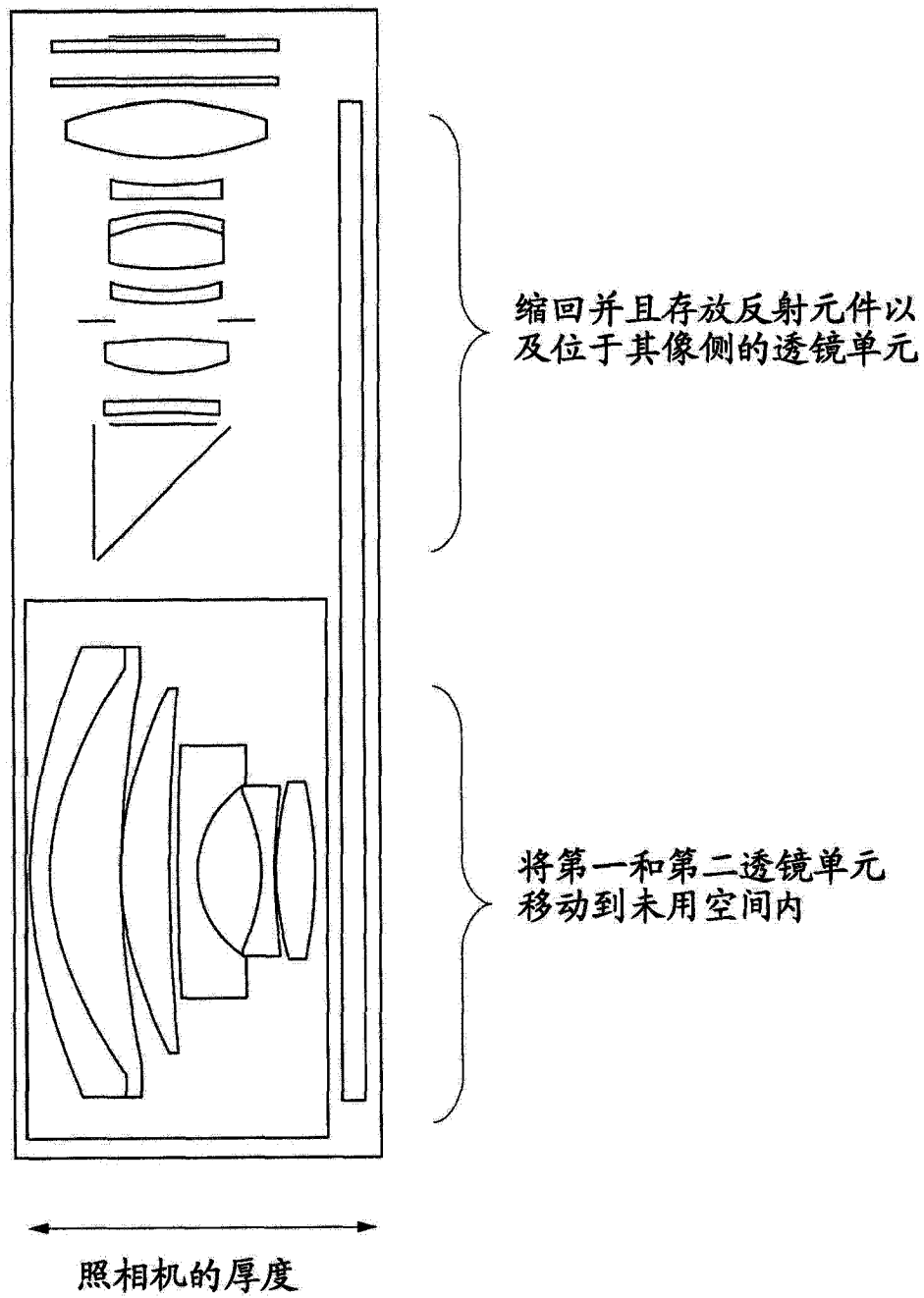


图 17B

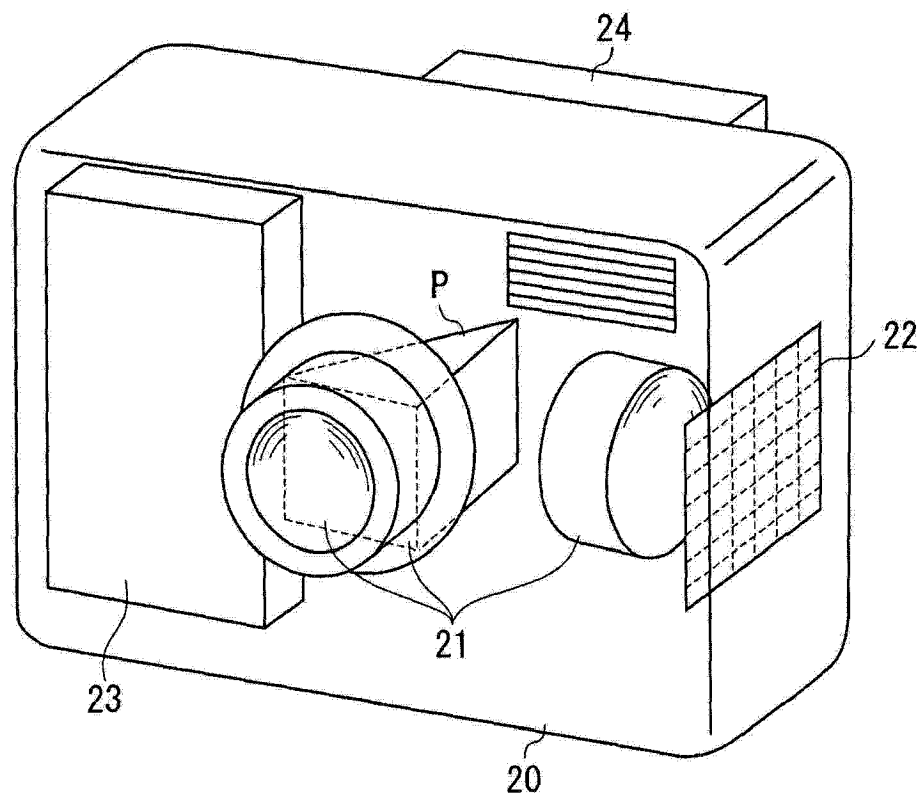


图 18