



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102914855 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201210189233. 1

(22) 申请日 2012. 06. 08

(30) 优先权数据

2011-170956 2011. 08. 04 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 冈田隆志

(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 101587233 A, 2009. 11. 25, 说明书第 3 页, 第 8-10 页, 表 1.

CN 101655600 A, 2010. 02. 24, 说明书第 3, 5

页.

US 5572277 A, 1996. 11. 05, 全文.

US 20100328783 A1, 2010. 12. 30, 全文.

JP 2011123515 A, 2011. 06. 23, 全文.

CN 102004303 A, 2011. 04. 06, 全文.

审查员 周峰

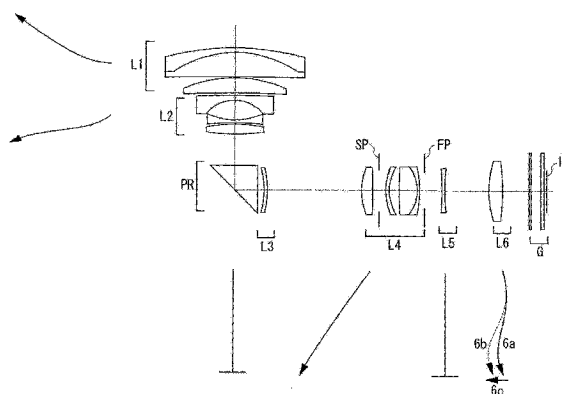
权利要求书2页 说明书23页 附图26页

(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、被配置为弯曲光轴的反射单元和包含两个或更多个透镜单元的后透镜组, 反射单元在变焦期间是静止的, 第一和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, 其中, 满足以下的条件: $4.3 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 12.0$, 和 $2.1 < \beta_{Rt} / \beta_{Rw} < 3.0$, 这里, β_{2w} 和 β_{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, β_{Rw} 和 β_{Rt} 分别表示后透镜组中的具有最大变焦贡献的透镜单元的在广角端和望远端的横向倍率。



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、被配置为弯曲光轴的反射单元和包含两个或更多个透镜单元的后透镜组,反射单元在变焦期间是静止的,第一和第二透镜单元以及后透镜组的两个或更多个透镜单元在变焦期间移动,

其中,满足以下的条件:

4. $3 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 12.0$, 以及

2. $1 < \beta_{Rt} / \beta_{Rw} < 3.0$,

这里, β_{2w} 和 β_{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, β_{Rw} 和 β_{Rt} 分别表示后透镜组中的具有最大变倍贡献的透镜单元的在广角端和望远端的横向倍率。

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

0. $15 < |m1 - m2| / f_t < 0.35$, 以及

2. $7 < |mR| / f_w < 4.5$,

$m1$ 表示对于从广角端到望远端的变焦的第一透镜单元的移动量, $m2$ 表示对于从广角端到望远端的变焦的第二透镜单元的移动量, mR 表示对于从广角端到望远端的变焦的后透镜组中的具有最大变倍贡献的所述透镜单元的移动量, 并且, 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。

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

0. $060 < |f2| / f_t < 0.130$,

这里, $f2$ 表示第二透镜单元的焦距, f_t 表示整个变焦透镜的在望远端的焦距。

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

0. $15 < |fR| / f_t < 0.30$,

这里, fR 表示后透镜组中的具有最大变倍贡献的所述透镜单元的焦距, f_t 表示整个变焦透镜的在望远端的焦距。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

0. $85 < |mR / fR| < 1.50$,

mR 表示对于从广角端到望远端的变焦的后透镜组中的具有最大变倍贡献的所述透镜单元的移动量, fR 表示后透镜组中的具有最大变倍贡献的所述透镜单元的焦距。

6. 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含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,并且,

第三和第五透镜单元对于变焦不移动,并且,第四和第六透镜单元在变焦期间移动。

7. 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含正折光力的第三透镜单元和正折光力的第四透镜单元,并且,

第三和第四透镜单元在变焦期间移动。

8. 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含正折光力的第三透镜单元、负折光力的第四透镜单元和正折光力的第五透镜单元,并且,

第四透镜单元对于变焦不移动,并且,第三和第五透镜单元在变焦期间移动。

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含负折光力的第

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,并且,

第三透镜单元对于变焦不移动,并且,第四、第五和第六透镜单元在变焦期间移动。

10. 根据权利要求 1 的变焦透镜,还包括位于第二透镜单元和反射单元之间的负折光力的第三透镜单元。

11. 根据权利要求 10 的变焦透镜,其中,后透镜组从物侧到像侧依次包含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,并且,

第三和第五透镜单元对于变焦不移动,并且,第四和第六透镜单元在变焦期间移动。

12. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,变焦透镜被配置为在固态图像传感器上形成图像。

13. 一种图像拾取装置,包括根据权利要求 1 ~ 12 中的任一项的变焦透镜和被配置为接收通过所述变焦透镜形成的图像的固态图像传感器。

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和配有该变焦透镜的图像拾取装置,更特别地,涉及适于视频照相机、数字照相机、监视照相机、卤化银胶片照相机和广播照相机等的变焦透镜。

背景技术

[0002] 近年来,伴随图像拾取装置已在具有高功能性的情况下被小型化,在图像拾取装置中使用的摄影光学系统需要具有在具有高变焦比的情况下被整体小型化并能够减小照相机的厚度的变焦透镜。

[0003] 为了同时实现高的变焦比和小型化的照相机,已知可在不被使用时通过将各透镜单元之间的距离减小到与成像状态的距离不同的距离被存放于照相机外壳中的可回缩变焦透镜。另外,为了减小照相机的厚度,已知在摄影光学系统的光轴(光路)当中布置诸如利用内部反射的棱镜部件的用于将光路弯曲 90° 的反射部件的光轴弯曲变焦透镜。

[0004] 美国专利 No. 7982970 讨论了从物侧到像侧依次包括分别具有正折光力、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,其中,在第二和第三透镜单元之间布置光轴弯曲反射部件。

[0005] 美国专利 No. 7889436 讨论了从物侧到像侧依次包括具有正折光力、负折光力、负折光力、正折光力和正折光力或正折光力、负折光力、负折光力、正折光力和负折光力的第一到第五透镜单元的五单元变焦透镜,其中,在第二和第三透镜单元之间布置光轴弯曲反射部件。

[0006] 一般地,增加各透镜单元的折光力(光焦度=焦距的倒数)并减小变焦透镜中的透镜的数量以使变焦透镜小型化是有效的。但是,在这种变焦透镜中,随着各透镜表面的折光力增加,为了获得边缘厚度,透镜厚度增加。特别地,前透镜有效直径(第一透镜单元的有效直径)增加,使得难以减小透镜总长。另外,诸如色差的各种类型的像差在望远端增加,并且,这种像差的校正是困难的。

[0007] 关于这一点,为了实现整个变焦透镜的小型化和高的变焦比,适当地设定各透镜单元的折光力和成像倍率等是重要的。

[0008] 在透镜单元之间具有光轴弯曲反射部件的变焦透镜中,通过沿照相机的厚度方向以及与其垂直的方向布置透镜单元可容易地实现照相机的薄厚度。但是,适当地设定变焦透镜的配置以获得这种优点是重要的。例如,适当地设定光路当中的反射部件的布置和变焦期间的各透镜单元的移动量等是重要的。特别地,如果各透镜单元的折光力和变焦透镜单元在变焦期间的移动量等不合适,那么各种类型的像差在变焦期间明显增加,并且,难以在具有高的变焦比的情况下实现整个变焦透镜的小型化。

发明内容

[0009] 本发明针对能够容易地以高的变焦比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。

[0010] 根据本发明的一个方面,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、被配置为弯曲光轴的反射单元和包含两个或更多个透镜单元的后透镜组,反射单元在变焦期间是静止的,第一和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,其中,满足以下的条件:

[0011] $4.3 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 12.0$, 和

[0012] $2.1 < \beta_{Rt} / \beta_{Rw} < 3.0$,

[0013] 这里, β_{2w} 和 β_{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, β_{Rw} 和 β_{Rt} 分别表示后透镜组中的具有最大变倍贡献的透镜单元的在广角端和望远端的横向倍率。

[0014] 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

[0015] 包含于说明书中并构成其一部分的附图示出本发明的示例性实施例、特征和方面,并与描述一起用于解释本发明的原理。

[0016] 图 1 是示出根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0017] 图 2A、图 2B 和图 2C 分别是数值例 1 中的根据第一示例性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。

[0018] 图 3 是示出根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0019] 图 4A、图 4B 和图 4C 分别是数值例 2 中的根据本发明的第二示例性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。

[0020] 图 5 是示出根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0021] 图 6A、图 6B 和图 6C 分别是数值例 3 中的根据本发明的第三示例性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。

[0022] 图 7 是示出根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0023] 图 8A、图 8B 和图 8C 分别是数值例 4 中的根据本发明的第四示例性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。

[0024] 图 9 是示出根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0025] 图 10A、图 10B 和图 10C 分别是数值例 5 中的根据本发明的第五示例性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。

[0026] 图 11 是示出根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜的在广角端的透镜截面图。

[0027] 图 12A、图 12B 和图 12C 分别是数值例 6 中的根据本发明的第六示例性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。

[0028] 图 13 是示出根据本发明的示例性实施例的图像拾取装置的主要部分的示意图。

[0029] 图 14 是示出根据第一示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

具体实施方式

[0030] 以下将参照附图详细描述本发明的各种示例性实施例、特征和方面。

[0031] 根据本发明的示例性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、负折光力的第二透镜单元、被配置为弯曲光轴的反射单元和包含两个或更多个透镜单元的后透镜组。在变焦期间,反射单元是静止的,并且,第一和第二透镜单元和后透镜组的两个或更多个透镜单元移动。

[0032] 作为替代方案,根据本发明的示例性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、负折光力的第二透镜单元、负折光力的第三透镜单元、被配置为弯曲光轴的反射单元、包含两个或更多个透镜单元的后透镜组。另外,在变焦期间,反射单元是静止的,并且,第一和第二透镜单元和后透镜组的两个或更多个透镜单元移动。反射单元可以是具有内部反射面的棱镜或反射镜。

[0033] 图 1 是示出根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜的在广角端(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示例性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。图 3 是示出根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜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示例性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。

[0034] 图 5 是示出根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜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示例性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。图 7 是示出根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜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示例性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 9 是示出根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜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示例性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。图 11 是示出根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜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示例性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。

[0036] 在各示例性实施例的透镜截面图中,通过设置在棱镜中的内部反射面弯曲光轴。但是,在各透镜截面图中,为了简化,在分解的状态中示出光路。

[0037] 图 13 是示出根据本发明的示例性实施例的图像拾取装置的主要部分的示意图。图 14 是示出根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图,其中,通过设置在反射单元(棱镜)中的内部反射面弯曲光轴。

[0038] 各示例性实施例的变焦透镜是在诸如视频照相机、数字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透镜系统。在透镜截面图中,左侧指的是物侧(前侧),右侧指的是像侧(后侧)。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。

[0039] LR 表示包括多个透镜单元的后透镜组。SP 表示用于限制 F 数光束的孔径光阑,FP

表示用于截断不希望的光的耀斑截止光阑。PR 表示被配置为弯曲光轴的反射单元,该反射单元在本示例性实施例中具有内部反射面并包含能够将光轴弯曲约 90° 的棱镜。G 表示包含滤光器、相位板、晶体低通滤波器和红外截止滤波器等的光学块。

[0040] IP 表示与在视频照相机或数字照相机的摄影光学系统中使用变焦透镜时的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像传感器(光电转换元件)的成像面对应的或与在卤化银胶片照相机中使用变焦透镜时的胶片表面的感光面对应的像面。在球面像差图中,实线和两点虚线分别表示夫琅和费(Fraunhofer)的 d 线和夫琅和费的 g 线。在像散图中,虚线 ΔM 和实线 ΔS 分别表示子午像面和弧矢像面。倍率色差由 g 线表示。 ω 表示作为成像视角的一半的半视角(度),Fno 表示 F 数。

[0041] 在以下描述的各示例性实施例中,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。

[0042] 各示例性实施例的变焦透镜从物侧到像侧包括正折光力的第一透镜单元 L1 和负折光力的第二透镜单元 L2。在从广角端到望远端的变焦期间,第一透镜单元 L1 相对于成像面向物侧移动,并且,第二透镜单元在望远端而不是广角端向像侧移动。

[0043] 在各示例性实施例中,在变焦期间,在望远端而不是广角端,第一透镜单元 L1 向物侧移动并定位于物侧,并且,第二透镜单元 L2 向像侧移动并定位于像侧。作为结果,能够通过缩短在广角端的透镜总长在减小前透镜有效直径的同时获得高的变焦比。在各示例性实施例中,通过向物侧移动正折光力的第一透镜单元 L1 允许第二透镜单元 L2 具有高的变倍(variable power)效果,使得能够在不明显增加第一透镜单元 L1 的折光力的情况下获得约 10 ~ 20 倍的高的变焦比。

[0044] 为了减小第一透镜单元 L1 的有效透镜直径,希望第一透镜单元 L1 的透镜的数量少。在各示例性实施例中,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包含负透镜、正透镜和正透镜这三个透镜。

[0045] 具体地,在各示例性实施例中,第一透镜单元 L1 包含通过胶合单个正透镜和单个负透镜获得的胶合透镜和正透镜。作为结果,能够适当地校正产生的球面像差和色差以获得高的变焦比。

[0046] 在各示例性实施例中,第二透镜单元 L2 包含负透镜、负透镜和正透镜,并具有至少一个非球面。

[0047] 具体地,在各示例性实施例中,第二透镜单元 L2 的最接近物侧的透镜 G4 的表面中的任一个或两者具有非球面形状。作为结果,能够适当地校正主要在广角端的倍率色差以及在整个变焦范围上的像场弯曲。

[0048] 由于根据各示例性实施例的变焦透镜包括被配置为弯曲光轴的反射单元(棱镜),因此,可通过沿与照相机厚度方向平行的方向布置透镜单元减小照相机厚度。作为结果,在变焦期间,随着第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的移动量增加,变焦透镜镜筒的伸缩机构变得复杂,使得难以获得这样的透镜单元的保持精度。如果减轻保持精度的恶化,则透镜单元偏心,使得光学性能劣化。出于这种原因,在各示例性实施例的变焦透镜中,最佳地设定相对于反射单元的在物侧的前透镜单元和在像侧的后透镜组的变倍贡献。具体地,满足以下的条件:

[0049] $4.3 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 12.0$ (1), 以及

[0050] $2.1 < \beta_{Rt} / \beta_{Rw} < 3.0$ (2),

[0051] 这里, β_{2w} 和 β_{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, β_{Rw} 和 β_{Rt} 分别表示后透镜组 LR 中的具有最大变倍贡献的透镜单元的在广角端和望远端的横向倍率。

[0052] 在各示例性实施例中, 后透镜组 LR 中的具有最大变倍贡献的透镜单元被设定如下。在第一示例性实施例中, 设定第四透镜单元为具有最大变倍贡献的透镜单元。在第二示例性实施例中, 设定第四透镜单元。在第三示例性实施例中, 设定第四透镜单元。在第四示例性实施例中, 设定第三透镜单元。在第五示例性实施例中, 设定第三透镜单元。在第六示例性实施例中, 设定第四透镜单元。

[0053] 条件(1)用于设定第二透镜单元 L2 的变倍效果。条件(2)用于适当地设定相对于反射单元 PR 的在像侧的后透镜组 LR 中的具有最大变倍贡献的透镜单元的变倍效果。

[0054] 如果在条件(1)的下限被超出的情况下第二透镜单元 L2 的变倍效果减小, 那么难以允许变焦透镜获得希望的变焦比(12 ~ 20 倍)。另外, 由于相对于反射单元 PR 的在像侧的后透镜组 LR 的变倍贡献增加, 因此, 照相机的横向光路长度增加, 并且, 照相机的尺寸增加。另外, 由于后透镜组 LR 的折光力增加, 因此, 难以在整个变焦范围上校正彗形像差。另外, 当通过使用后透镜组 LR 执行图像稳定化时, 难以在图像稳定化期间校正彗形像差。

[0055] 如果在条件(1)的上限被超出的情况下第二透镜单元 L2 的变倍效果增加, 那么第二透镜单元 L2 的变焦期间的移动量 m_2 增加, 并且, 变焦透镜镜筒的结构变得复杂。作为结果, 光学性能如上面描述的那样劣化。

[0056] 另外, 随着第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 减小, 难以校正主要在广角端的像场弯曲或倍率色差。另外, 难以在整个变焦范围上抑制像面周边周围的像面的变化。由于主要对于可变倍率作贡献的第二透镜单元 L2 的折光力增加, 因此, 各透镜单元的倾斜或平行偏心敏感度增加。因此, 当照相机被组装或者在正常的情况下被使用时, 由于由机械部分中的活动产生的偏心, 难以获得优异的光学性能。

[0057] 如果在条件(2)的下限被超出的情况下相对于反射单元的在像侧的后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的变倍效果减小, 那么难以获得希望的变焦比(12 ~ 20 倍), 并且, 第二透镜单元 L2 的变倍效果增加。作为结果, 第二透镜单元 L2 的移动量 m_2 增加, 或者, 焦距 f_2 减小, 使得光学性能如上面描述的那样劣化。

[0058] 如果在条件(2)的上限被超出的情况下相对于反射单元的在像侧的后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的变倍效果增加, 那么照相机的横向光路长度增加, 使得照相机的尺寸增加。另外, 由于后透镜组 LR 的折光力增加, 因此, 难以校正整个变焦范围上的彗形像差或图像稳定化期间的彗形像差。

[0059] 如上所述, 在各示例性实施例中, 后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元和第二透镜单元 L2 的在广角端和望远端的变倍贡献被适当地设定以满足条件(1)和(2)。作为结果, 能够获得整个变焦透镜的小型化和薄型化, 以及高的变焦比和在整个变焦范围上的优异的光学性能。

[0060] 更有用地, 条件(1)和(2)的数值范围被设定如下:

[0061] $4.5 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 8.0$ (1a)

[0062] $2.15 < \beta_{Rt} / \beta_{Rw} < 2.80$ (2a)

[0063] 如果以这种方式设定条件(1)和(2)的数值范围,那么能够获得在具有宽的视角和高的变焦比的情况下在整个变焦范围上具有优异的光学性能的小型化变焦透镜。在各示例性实施例中,更希望满足以下的条件中的至少一个:

[0064] $0.15 < |m1 - m2| / ft < 0.35$ (3),

[0065] $2.7 < |mR| / fw < 4.5$ (4),

[0066] $0.060 < |f2| / ft < 0.130$ (5),

[0067] $0.15 < |fR| / ft < 0.30$ (6), 以及

[0068] $0.85 < |mR / fR| < 1.50$ (7),

[0069] 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 $L1$ 相对于像面的移动量, $m2$ 表示在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元 $L2$ 相对于像面的移动量, mR 表示在从广角端到望远端的变焦期间后透镜组 LR 中的具有最大变倍贡献的透镜单元相对于像面的移动量。这里, 从广角端到望远端的变焦期间的透镜单元的移动量指的是该透镜单元的在广角端的位置与该透镜单元的在望远端的位置之间的差。另外, fw 和 ft 分别表示在广角端和望远端的整个变焦透镜的焦距, $f2$ 表示第二透镜单元 $L2$ 的焦距, fR 表示后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的焦距。

[0070] 条件(3)用于适当地设定用于在实现整个变焦透镜的小型化的同时获得高的变焦比的第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 在变焦期间的移动量 $m1$ 和 $m2$ 与在望远端的整个变焦透镜的焦距 ft 之间的关系。

[0071] 如果在条件(3)的下限被超出的情况下第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 的移动量 $m1$ 和 $m2$ 之间的差相对于整个变焦透镜的焦距 ft 减小, 那么第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 的焦距减小。作为结果, 难以在广角端校正像场弯曲和倍率色差。并且, 难以抑制整个变焦范围上的像面周边周围的像场弯曲的变化。并且, 难以在望远端校正非球面像差和轴向色差。

[0072] 如果在条件(3)的上限被超出的情况下第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 的移动量 $m1$ 和 $m2$ 之间的差相对于整个变焦透镜的焦距 ft 增加, 那么变焦透镜镜筒的伸缩机构变得复杂。作为结果, 透镜单元的保持精度劣化, 使得光学性能劣化。另外, 照相机厚度增加, 使得照相机的尺寸增加。

[0073] 条件(4)用于在实现整个变焦透镜的小型化的同时获得高的变焦比。条件(4)用于适当地设定相对于反射单元 PR 的在像侧的后透镜组 LR 中的具有最大变倍贡献的透镜单元的由于变焦导致的移动量 mR 与在广角端的整个变焦透镜的焦距 fw 之间的比。

[0074] 如果在条件(4)的下限被超出的情况下具有最大变倍贡献的透镜单元的移动量 mR 相对于在广角端的整个变焦透镜的焦距 fw 减小, 那么后透镜组 LR 的变倍贡献减小。作为结果, 第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 的变倍贡献增加, 使得光学性能劣化, 并且, 照相机的尺寸增加。

[0075] 如果在条件(4)的上限被超出的情况下后透镜组 LR 中的具有最大变倍贡献的透镜单元的移动量 mR 相对于在广角端的整个变焦透镜的焦距 fw 增加, 那么照相机的横向的尺寸增加。另外, 从广角端到望远端的 F 数 Fno 的变化增加, 这是不希望的。

[0076] 条件(5)用于适当地设定第二透镜单元 $L2$ 的焦距 $f2$ 与在望远端的整个变焦透镜的焦距 ft 之间的比, 以在具有高的变焦比的情况下实现整个变焦透镜的小型化。

[0077] 如果在条件(5)的下限被超出的情况下第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 相对于整个变焦透镜的焦距 f_t 减小,那么难以校正主要在广角端的像场弯曲和倍率色差。另外,难以在整个变焦范围上抑制像面周边周围的像场弯曲的变化。并且,由于主要对于变倍作贡献的第二透镜单元 L2 的折光力增加,因此,各透镜单元的倾斜或平行偏心敏感度增加。作为结果,当照相机被组装并且在正常的情况下被使用时,由于由机械部分中的活动产生的偏心,因此难以获得优异的光学性能。

[0078] 如果在条件(5)的上限被超出的情况下第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 相对于整个变焦透镜的焦距 f_t 增加,那么,要获得高的变焦比必须增加第二透镜单元 L2 在变焦期间的移动量。出于这种原因,光学性能劣化,并且,照相机的尺寸增加。另外,第一和第二透镜单元的有效直径增加。

[0079] 为了在实现整个变焦透镜的小型化的同时获得高的变焦比,条件(6)用于适当地设定相对于反射单元 PR 的在像侧的后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的焦距 f_R 与在望远端的整个变焦透镜的焦距 f_t 之间的比。

[0080] 如果在条件(6)的下限被超出的情况下后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的焦距 f_R 相对于在望远端的整个变焦透镜的焦距 f_t 减小,那么难以在整个变焦范围上校正彗形像差。另外,当通过使用具有焦距 f_R 的透镜单元执行图像稳定化时,难以校正图像稳定化期间的彗形像差。

[0081] 如果在条件(6)的上限被超出的情况下后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的焦距 f_R 相对于在望远端的整个变焦透镜的焦距 f_t 增加,那么,为了获得希望的变焦比,具有焦距 f_R 的透镜单元的移动量增加。出于这种原因,照相机的尺寸增加。另外,由于第一透镜单元 L1 和第二透镜单元的变倍贡献增加,因此,光学性能劣化。

[0082] 条件(7)用于适当地设定后透镜组 LR 中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的移动量 m_R 与焦距 f_R 之间的比。如果在条件(7)的下限被超出的情况下后透镜组中的具有最大的变倍贡献的透镜单元的移动量 m_R 减小或者焦距 f_R 增加,那么该透镜单元的变倍贡献减小。作为结果,由于第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的变倍贡献增加,因此,光学性能劣化。

[0083] 如果在条件(7)的上限被超出的情况下后透镜组中的具有最大变倍贡献的透镜单元的移动量 m_R 相对于焦距 f_R 增加,那么照相机的横向的尺寸增加。另外,如果焦距 f_R 减小,那么难以在整个变焦范围上校正彗形像差,使得光学性能劣化。

[0084] 在各示例性实施例中,为了在减少像差校正和变焦期间的像差变化的同时增加变焦比并实现整个透镜系统的小型化,希望将条件(3)~(7)的数值范围设定如下:

$$[0085] \quad 0.18 < |m_1 - m_2| / f_t < 0.31 \quad (3a)$$

$$[0086] \quad 2.72 < |m_R| / f_w < 3.70 \quad (4a)$$

$$[0087] \quad 0.070 < |f_2| / f_t < 0.125 \quad (5a)$$

$$[0088] \quad 0.18 < |f_R| / f_t < 0.28 \quad (6a)$$

$$[0089] \quad 0.90 < |m_R| / f_R < 1.20 \quad (7a)$$

[0090] 如上所述,在各示例性实施例中,能够获得如下的变焦透镜,该变焦透镜能够在减小整个变焦透镜的尺寸和厚度的同时,在具有 12 ~ 20 倍的高的变焦比的情况下在整个变焦范围上获得优异的光学性能。

[0091] 下面,将描述根据本发明的各示例性实施例的变焦透镜的配置。在第一和第二示例性实施例的透镜截面图中,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,L3表示负折光力的第三透镜单元,L4表示正折光力的第四透镜单元,L5表示负折光力的第五透镜单元,L6表示正折光力的第六透镜单元。第一和第二示例性实施例涉及六单元变焦透镜。

[0092] 反射单元(棱镜)PR被布置于第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间。孔径光阑SP被布置于第四透镜单元L4内。耀斑截止光阑FP被布置于第四透镜单元L4的像侧。

[0093] 在第一和第二示例性实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一、第二、第四和第六透镜单元L1、L2、L4和L6如箭头所示的那样移动。具体地,在从广角端到望远端的变焦期间,如箭头表示的那样,第一透镜单元L1向物侧移动,第二透镜单元L2向像侧移动,并且,第四透镜单元L4向物侧移动。沿着具有两个拐点的轨迹,第六透镜单元L6向像侧移动,向物侧移动,并然后向像侧移动。

[0094] 孔径光阑SP和耀斑截止光阑FP在变焦期间与第四透镜单元L4同步地移动。棱镜PR、第三透镜单元L3和第五透镜单元L5是静止的。但是,如果需要的话,第三透镜单元L3和第五透镜单元L5可与其它透镜单元无关地移动。另外,在本发明的第一和第二示例性实施例中,使用通过沿光轴移动第六透镜单元L6执行聚焦的后聚焦(back focus)型变焦透镜。

[0095] 通过如箭头6c表示的那样向前(向前侧)移动第六透镜单元L6执行在望远端的从无限远物体到近距离物体的聚焦。第六透镜单元L6的实线曲线6a和虚线曲线6b分别代表用于校正当对于无限远物体和近距离物体执行聚焦时由从广角端到望远端的变焦导致的像面的变化的移动轨迹。

[0096] 另外,可通过使用负折光力的第五透镜单元L5执行聚焦。在这种情况下,通过向后(向后侧)移动第五透镜单元L5执行聚焦。可通过移动正折光力的整个第四透镜单元L4或其一部分以具有与光轴垂直的成分使图像沿与光轴垂直的方向位移。作为结果,当整个变焦透镜振动(倾斜)时产生的拍摄图像的抖动被校正。因此,执行图像稳定化。另外,为了校正拍摄图像的抖动,可以移动负折光力的第五透镜单元L5以具有与光轴垂直的成分。

[0097] 根据本发明的第一和第二示例性实施例,在不添加诸如可变角度棱镜的光学部件或用于图像稳定化的透镜单元的情况下执行图像稳定化。作为结果,能够防止整个变焦透镜的尺寸增加。

[0098] 虽然在各示例性实施例中通过向与光轴垂直的方向移动整个透镜单元或其一部分执行图像稳定化,但是,当整个透镜单元或其一部分移动以具有与光轴垂直的成分时,图像抖动可被校正。例如,如果允许透镜镜筒具有复杂的结构,那么可通过旋转整个透镜单元或其一部分使得旋转中心位于光轴上,执行图像稳定化。

[0099] 第四透镜单元L4包含正透镜、负透镜以及通过胶合正透镜和负透镜获得的胶合透镜,使得减小图像稳定化期间的偏心像差。在第四透镜单元L4中使用非球面。作为结果,能够适当地校正由变焦导致的球面像差的变化。由于第三透镜单元L3、第五透镜单元L5和第六透镜单元L6中的每一个由单个透镜制成,因此,能够实现各透镜单元的小型化和轻量化。

[0100] 第三示例性实施例涉及具有与第一或第二示例性实施例相同的折光力布置的六

单元变焦透镜。第三示例性实施例与第一或第二示例性实施例的不同在于,反射单元(棱镜)PR被布置于第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间,并且,孔径光阑SP被布置于第四透镜单元L4的物侧。其它的配置与第一或第二示例性实施例类似。

[0101] 在第四示例性实施例的透镜截面图中,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,L3表示正折光力的第三透镜单元,L4表示正折光力的第四透镜单元。第四示例性实施例涉及四单元变焦透镜。反射单元(棱镜)PR被布置于第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间。孔径光阑SP被布置于第三透镜单元L3内。耀斑截止光阑FP被布置于第三透镜单元L3的像侧。

[0102] 在第四示例性实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一、第二、第三和第四透镜单元L1、L2、L3和L4如箭头所示的那样移动。

[0103] 具体地,在从广角端到望远端的变焦期间,如箭头所示的那样,第一透镜单元L1向物侧移动,第二透镜单元L2向像侧移动,第三透镜单元L3向物侧移动。第四透镜单元L4沿向物侧凸起的轨迹移动。孔径光阑SP和耀斑截止光阑FP在变焦期间与第三透镜单元L3同步地移动。棱镜PR是静止的。另外,在第四示例性实施例中,使用通过沿光轴移动第四透镜单元L4执行聚焦的后聚焦型变焦透镜。

[0104] 通过如箭头4c表示的那样向前(向前侧)移动第四透镜单元L4执行在望远端的从无限远物体到近距离物体的聚焦。第四透镜单元L4的实线曲线4a和虚线曲线4b分别表示用于校正在无限远物体和近距离物体上聚焦时的从广角端到望远端的变焦期间的像面的变化的移动轨迹。

[0105] 可通过移动正折光力的整个第三透镜单元L3或其一部分以具有与光轴垂直的成分,使图像沿与光轴垂直的方向位移。作为结果,当整个变焦透镜振动(倾斜)时产生的拍摄图像的抖动被校正。因此,执行图像稳定化。

[0106] 在第四示例性实施例中,在不添加诸如可变角度棱镜的光学部件或用于图像稳定化的透镜单元的情况下执行图像稳定化。作为结果,能够防止整个变焦透镜的尺寸的增加。虽然在第四示例性实施例中通过沿与光轴垂直的方向移动整个透镜单元或其一部分执行图像稳定化,但是,可通过移动整个透镜单元或其一部分以具有与光轴垂直的成分来校正图像抖动。例如,如果允许透镜镜筒具有复杂的结构,那么可通过旋转整个透镜单元或其一部分以在光轴上布置旋转中心执行图像稳定化。

[0107] 在第三透镜单元L3中使用非球面。作为结果,能够适当地校正由变焦导致的球面像差的变化。第三透镜单元L3包含正透镜、负透镜和通过胶合正透镜和负透镜获得的胶合透镜。作为结果,能够减少图像稳定化期间的偏心像差的产生。

[0108] 在第五示例性实施例的透镜截面图中,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,L3表示正折光力的第三透镜单元,L4表示负折光力的第四透镜单元,L5表示正折光力的第五透镜单元。第五示例性实施例涉及五单元变焦透镜。反射单元(棱镜)PR被布置于第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间。孔径光阑SP被布置于第三透镜单元L3的物侧。耀斑截止光阑FP被布置于第三透镜单元L3的像侧。

[0109] 在第五示例性实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一、第二、第三和第五透镜单元L1、L2、L3和L5如箭头表示的那样移动。具体地,在从广角端到望远端的变焦期间,如箭头表示的那样,第一透镜单元L1向物侧移动,第二透镜单元L2向像侧移动,第三

透镜单元 L3 向物侧移动。沿具有两个拐点的轨迹,第五透镜单元 L5 向像侧移动,向物侧移动,并然后向像侧移动。

[0110] 孔径光阑 SP 和耀斑截止光阑 FP 在变焦期间与第三透镜单元同步地移动。棱镜 PR 和第四透镜单元 L4 是静止的。但是,如果需要的话,第四透镜单元 L4 可与其它透镜单元无关地移动。另外,在第五示例性实施例中,使用通过沿光轴移动第五透镜单元 L5 执行聚焦的后聚焦型。

[0111] 通过如箭头 5c 表示的那样向前(向前侧)移动第五透镜单元 L5 执行在望远端的从无限远物体到近距离物体的聚焦。第五透镜单元 L5 的实线曲线 5a 和虚线曲线 5b 分别代表用于校正当对于无限远物体和近距离物体执行聚焦时从广角端到望远端的变焦期间的像面的变化的移动轨迹。另外,可通过使用负折光力的第四透镜单元 L4 执行聚焦。在这种情况下,通过向后(向后侧)移动第四透镜单元 L4 执行聚焦。

[0112] 通过使得正折光力的整个第三透镜单元 L3 或其一部分移动以具有与光轴垂直的成分,图像可沿与光轴垂直的方向位移。作为结果,能够校正当整个变焦透镜振动(倾斜)时产生的拍摄图像的抖动。因此,能够执行图像稳定化。另外,为了校正拍摄图像的抖动,负折光力的第四透镜单元 L4 可被移动以具有与光轴垂直的成分。

[0113] 在第五示例性实施例中,在不添加诸如可变角度棱镜的光学部件或用于图像稳定化的透镜单元的情况下执行图像稳定化。作为结果,能够防止整个变焦透镜的尺寸的增加。虽然在第五示例性实施例中通过向与光轴垂直的方向移动整个透镜单元或其一部分执行图像稳定化,但是,可通过移动整个透镜单元或其一部分以具有与光轴垂直的成分校正图像抖动。

[0114] 例如,如果允许透镜镜筒具有复杂的结构,那么可通过旋转整个透镜单元或其一部分使得旋转中心位于光轴上,执行图像稳定化。

[0115] 第三透镜单元 L3 具有非球面。作为结果,能够适当地校正由变焦导致的球面像差的变化。第三透镜单元 L3 包含负透镜、正透镜和通过胶合正透镜和负透镜获得的胶合透镜。作为结果,能够减轻图像稳定化期间的偏心像差的产生。第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 中的每一个包含单个透镜,使得能够实现各透镜单元的小型化和轻量化。

[0116] 第六示例性实施例涉及具有与第一或第二示例性实施例相同的折光力布置的六单元变焦透镜。第六示例性实施例与第一示例性实施例的不同在于,第五透镜单元 L5 在从广角端到望远端的变焦期间向物侧移动。其它的配置与第一或第二示例性实施例类似。

[0117] 图 14 示出通过在第一示例性实施例的第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间并入用于弯曲来自物侧的光的反射单元 PR 沿厚度方向减小照相机的尺寸的状态。该配置可类似地被应用于其它的示例性实施例。

[0118] 在图 14 中,相同的附图标记表示与图 1 中的元件相同的元件。然后,将参照图 13 描述使用根据本发明的各示例性实施例的变焦透镜作为摄影光学系统的数字照相机。在图 13 中,附图标记 20 表示照相机体,附图标记 21 表示包含根据第一到第六示例性实施例中的任一个的变焦透镜的摄影光学系统。

[0119] PR 表示作为反射单元的棱镜。附图标记 22 表示被安装在照相机体 20 上并接收通过摄影光学系统 21 形成的被照体图像的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像传感器(光电转换元件)。附图标记 23 表示用于记录与通过固态图像传感器 22 光电转换的被照体

图像对应的信息的存储器。附图标记 24 表示包含用于观察在固态图像传感器 22 上形成的被照体图像的液晶显示面板等的取景器。这样,如果根据本发明的示例性实施例的变焦透镜被应用于诸如数字照相机的图像拾取装置,那么能够实现具有小的尺寸和高的光学性能的图像拾取装置。

[0120] 下面,将描述与本发明的第一到第六示例性实施例对应的数值例 1~6。在各数值例中, i 表示从物侧起的光学表面的次序。 r_i 表示第 i 个光学表面(第 i 个表面)的曲率半径, d_i 表示第 i 个表面与第 $(i+1)$ 个表面之间的距离, n_{di} 和 v_{di} 分别表示对于 d 线的第 i 个光学部件的材料的折射率和阿贝(Abbe)数。

[0121] 另外,当 k 表示偏心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 和 A_{10} 表示非球面系数并且相对于表面顶点的距光轴具有高度 h 的位置处的沿光轴方向的位移由 x 表示时,非球面形状可被表达如下:

[0122]
$$X = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+k)(h/R)^2]^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10},$$

[0123] 这里, R 表示旁轴曲率半径。例如,“E-Z”意味着“ 10^{-Z} ”。在数值例中,最后的四个表面是诸如滤波器和相位板的光学块的表面。在各示例性实施例中,通过用空气等效长度表达从最后透镜表面到旁轴像面的距离获得后焦距(BF)。通过将从最接近物侧的透镜表面到最后的透镜表面的距离与空气等效长度的后焦距相加,获得透镜总长。另外,在表 1 中表示上述的各条件和各数值例之间的关系。

[0124] 数值例 1

[0125] 单位 :mm

[0126]

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	45.734	0.88	1.84666	23.9	23.70
2	20.149	4.38	1.48749	70.2	21.20
3	615.302	0.06			19.71
4	22.979	2.63	1.83481	42.7	17.30
5	165.210	可变			16.82
6	212.868	0.81	1.85135	40.1	12.80
7*	6.632	3.50			9.46
8	-11.068	0.50	1.88300	40.8	9.10
9	48.546	0.19			9.29
10	23.302	1.88	1.95906	17.5	9.47
11	-29.843	可变			9.46
12	∞	8.5	1.83400	37.2	7.49
13	∞	1.25			6.72
14	-12.149	0.50	1.48749	70.2	7.38
15	-18.702	可变			7.38
16*	9.558	2.13	1.55332	71.7	7.75
17*	-32.929	1.00			7.75
18	∞	1.25			7.27 (光阑)
19	10.259	0.63	1.90366	31.3	7.75
20	7.347	1.75			7.75
21*	69.223	3.25	1.58313	59.4	7.75
22	-6.684	0.50	1.83400	37.2	7.75
23	-14.284	0.75			7.75
24	∞	可变			6.23 (耀斑截止 光阑)

[0127]

25	-71.936	0.50	1.88300	40.8	7.18
26	37.386	可变			7.25
27	14.862	2.63	1.48749	70.2	9.97
28	-31.560	可变			9.92
29	∞	0.38	1.51633	64.1	12.50
30	∞	1.63			12.50
31	∞	0.63	1.51633	64.1	12.50
32	∞	1.5			12.50
像面	∞				

[0128] 非球面数据

[0129] 第七表面

[0130] $K=3.56807e-001$ $A4=-1.97016e-004$ $A6=-6.08143e-006$

[0131] $A8=2.52505e-007$ $A10=-1.37257e-008$

[0132] 第十六表面

[0133] $K=1.44106e-001$ $A4=-2.02062e-004$ $A6=3.63056e-006$

[0134] $A8=-4.20493e-007$ $A10=1.46253e-008$

[0135] 第十七表面

[0136] $K=0.00000e+000$ $A4=5.42362e-006$ $A6=5.43526e-006$

$A8=-5.03430e-007$

[0137] $A10=1.81855e-008$

[0138] 第二十一表面

[0139] $K=-1.54545e+001$ $A4=5.50390e-005$ $A6=3.40440e-006$

[0140] $A8=-1.89333e-007$ $A10=1.09743e-008$

[0141]

各种 数据			
变焦比	13.18		
	广角	中间	望远
焦距	5.16	19.89	68.01
F数	3.33	4.95	5.77
视角	33.16	11.03	3.26
像高	3.37	3.88	3.88
透镜总长	80.95	87.27	93.85
BF	0.50	0.50	0.50
d5	0.54	9.02	18.14
d11	5.44	3.28	0.74
d15	16.71	3.15	0.43
d24	3.13	16.70	19.42
d26	7.86	5.77	8.82
d28	4.70	6.79	3.74

[0142] 数值例 2

[0143] 单位 :mm

[0144]

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	55.250	0.88	2.00069	25.5	23.28
2	19.865	4.75	1.48749	70.2	20.85
3	-114.524	0.06			19.69
4	20.305	2.63	1.88300	40.8	17.15
5	154.202	可变			16.51
6	376.132	0.81	1.85135	40.1	12.63
7*	6.336	3.50			9.29
8	-11.800	0.50	1.88300	40.8	8.98
9	66.529	0.19			9.17
10	21.573	1.88	1.95906	17.5	9.37
11	-39.247	可变			9.33
12	∞	8.38	1.83400	37.2	7.26
13	∞	1.25			7.14
14	-23.619	0.50	1.48749	70.2	7.34
15	-70.831	可变			7.51
16*	10.724	2.63	1.55332	71.7	8.13
17*	-37.728	1.00			8.13
18	∞	1.25			7.53 (光阑)
19	9.025	0.63	1.90366	31.3	8.13
20	7.221	2.25			8.13
21*	112.601	4.00	1.58313	59.4	8.13
22	-5.531	0.50	1.83481	42.7	8.13
23	-14.093	0.75			8.13
24	∞	可变			6.41 (耀斑截止光 阑)
25	-77.506	0.50	1.80518	25.4	7.39
26	45.811	可变			7.48
27	17.841	2.63	1.60311	60.6	10.44
28	-43.264	可变			10.32
29	∞	0.38	1.51633	64.1	12.50
30	∞	1.63			12.50
31	∞	0.63	1.51633	64.1	12.50

[0145]

32	∞	0.5			12.50
像面	∞				

[0146] 非球面数据

[0147] 第七表面

[0148] K=1.37037e-001 A4=-1.21694e-004 A6=-2.46723e-007

[0149] A8=-2.29008e-008 A10=-4.82840e-010

[0150] 第十六表面

[0151] K=3.53907e-001 A4=-1.71593e-004 A6=4.83183e-006

[0152] A8=-2.00888e-007 A10=-6.58057e-010

[0153] 第十七表面

[0154] K=0.00000e+000 A4=-3.96853e-006 A6=6.51084e-006

[0155] A8=-2.69720e-007

[0156] 第二十一表面

[0157] K=0.00000e+000 A4=1.75475e-004 A6=4.87085e-006

A8=1.42820e-008

[0158] A10=1.03278e-009

[0159]

各种 数据			
变焦比	16.98		
	广角	中间	望远
焦距	5.22	15.21	88.67
F数	3.46	4.29	6.08
视角	32.84	14.29	2.50
像高	3.37	3.88	3.88
透镜总长	88.40	89.79	99.29
BF	0.50	0.50	0.50
d5	0.55	7.56	17.07
d11	6.36	0.75	0.74
d15	18.27	8.37	0.42
d24	3.13	13.03	20.98
d26	10.41	6.41	11.87
d28	5.11	9.11	3.65

[0160] 数值例 3

[0161] 单位 :mm

[0162]

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	有效直径

[0163]

1	38.333	0.88	1.84666	23.9	23.83
2	20.393	4.38	1.48749	70.2	21.53
3	270.389	0.06			19.91
4	22.406	2.63	1.77250	49.6	17.77
5	121.516	可变			17.25
6	81.750	0.88	1.85135	40.1	13.04
7*	5.630	3.50			9.12
8	-14.052	0.50	1.88300	40.8	8.94
9	62.414	0.19			9.07
10	15.831	1.88	1.95906	17.5	9.30
11	-85.235	可变			9.14
12	-119.710	0.50	1.48749	70.2	6.96
13	52.711	0.63			6.80
14	∞	7.75	1.83400	37.2	6.65
15	∞	可变			6.31
16	∞	0.13			6.81 (光阑)
17*	8.125	2.38	1.76802	49.2	7.38
18*	-339.468	0.19			7.38
19	10.870	0.63	1.90366	31.3	7.38
20	6.175	1.75			7.38
21*	603.604	3.25	1.58313	59.4	7.38
22	-4.803	0.50	1.83400	37.2	7.38
23	-11.166	0.75			7.38
24	∞	可变			5.99 (耀斑截止光 阑)
25	-29.905	0.50	1.88300	40.8	7.41
26	-226.086	可变			7.54
27	13.651	2.63	1.48749	70.2	10.22
28	-42.986	可变			10.09
29	∞	0.38	1.51633	64.1	12.50
30	∞	1.63			12.50
31	∞	0.63	1.51633	64.1	12.50
32	∞	0.5			12.50
像面	∞				

[0164] 非球面数据

[0165] 第七表面

[0166] $K=-2.17063e-003$ $A4=-4.27550e-005$ $A6=7.68348e-006$ [0167] $A8=-4.89239e-007$ $A10=1.51359e-008$

[0168] 第十七表面

[0169] $K=6.62493e-002$ $A4=-2.27638e-004$ $A6=3.94832e-007$

[0170] $A8=-1.54196e-007$ $A10=-5.44903e-009$

[0171] 第十八表面

[0172] $K=0.00000e+000$ $A4=-4.38920e-005$ $A6=4.64653e-006$

[0173] $A8=-4.11975e-007$

[0174] 第二十一表面

[0175] $K=0.00000e+000$ $A4=2.41988e-004$ $A6=9.08580e-006$

$A8=7.24863e-008$

[0176] $A10=5.86327e-009$

[0177]

各种 数据			
变焦比	11.18		
	广角	中间	望远
焦距	5.17	13.78	57.82
F数	3.41	4.89	5.77
视角	33.09	15.70	3.83
像高	3.37	3.88	3.88
透镜总长	78.39	82.27	91.10
BF	0.50	0.50	0.50
d5	0.44	5.04	17.84
d11	5.44	4.72	0.74
d15	16.20	4.23	1.85
d24	3.13	15.10	17.48
d26	7.53	7.08	10.43
d28	6.09	6.53	3.19

[0178] 数值例 4

[0179] 单位 :mm

[0180]

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	46.833	0.88	1.84666	23.9	23.91
2	19.904	4.38	1.48749	70.2	21.36
3	-374.792	0.06			20.23
4	21.129	2.63	1.83481	42.7	17.89
5	128.748	可变			17.44
6	346.613	0.88	1.85135	40.1	13.00
7*	6.613	3.38			9.48

[0181]

8	-14.185	0.50	1.88300	40.8	9.12
9	17.357	0.19			9.16
10	14.353	2.00	1.95906	17.5	9.37
11	-72.939	可变			9.29
12	∞	9.00	1.83400	37.2	7.88
13	∞	可变			6.59
14*	9.136	2.13	1.55332	71.7	7.38
15*	-58.793	1.00			7.38
16	∞	1.25			6.39 (光阑)
17	8.992	0.63	1.90366	31.3	7.38
18	6.670	1.75			7.38
19*	92.448	3.25	1.58313	59.4	7.38
20	-7.058	0.50	1.83400	37.2	7.38
21	-20.616	0.75			7.38
22	∞	可变			5.62 (耀斑截止光 阑)
23	11.299	0.63	1.77250	49.6	9.95
24	8.390	2.63	1.48749	70.2	9.61
25	59.941	可变			9.42
26	∞	0.38	1.51633	64.1	12.50
27	∞	1.63			12.50
28	∞	0.63	1.51633	64.1	12.50
29	∞	0.5			12.50
像面	∞				

[0182] 非球面数据

[0183] 第七表面

[0184] $K=2.37193e-001$ $A4=-1.02322e-004$ $A6=-1.87083e-006$

[0185] $A8=1.29457e-008$ $A10=-1.54018e-009$

[0186] 第十四表面

[0187] $K=1.71627e-001$ $A4=-1.86911e-004$ $A6=1.30969e-006$

[0188] $A8=-3.87465e-007$ $A10=2.76372e-008$

[0189] 第十五表面

[0190] $K=0.00000e+000$ $A4=-1.36039e-005$ $A6=2.90982e-006$

[0191] $A8=-4.01768e-007$ $A10=3.38589e-008$

[0192] 第十九表面

[0193] $K=1.65060e+002$ $A4=5.45353e-005$ $A6=2.68368e-006$

$A8=-1.59015e-007$

[0194] A10=1.74965e-008

[0195]

各种 数据			
变焦比	14.45		
	广角	中间	望远
焦距	5.16	12.65	74.61
F数	3.54	4.63	5.77
视角	33.14	17.03	2.97
像高	3.37	3.88	3.88
透镜总长	81.43	83.16	93.35
BF	0.50	0.50	0.50
d5	0.51	4.88	16.89
d11	5.19	2.55	0.73
d13	19.83	7.81	1.04
d22	10.82	16.16	29.23
d25	3.58	10.25	3.95

[0196] 数值例 5

[0197] 单位 :mm

[0198]

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	37.309	0.88	1.84666	23.9	23.65
2	20.147	4.38	1.48749	70.2	21.36
3	380.756	0.06			19.77
4	21.774	2.63	1.77250	49.6	17.79
5	113.710	可变			17.28
6	127.756	0.88	1.85135	40.1	12.54
7*	5.971	3.25			8.94
8	-14.727	0.50	1.88300	40.8	8.66
9	18.733	0.19			8.70
10	13.172	1.88	1.95906	17.5	8.93
11	-127.366	可变			8.81
12	∞	8.13	1.83400	37.2	7.14
13	∞	可变			6.18
14	∞	0.13			6.69
					(光阑)
15*	8.210	2.38	1.76802	49.2	7.38

[0199]

16*	155.976	0.19			7.38
17	10.276	0.63	1.90366	31.3	7.38
18	6.106	1.75			7.38
19*	-210.706	3.25	1.58313	59.4	7.38
20	-4.782	0.50	1.83400	37.2	7.38
21	-10.679	0.75			7.38
22	∞	可变			6.06 (耀斑截止光 阑)
23	-51.132	0.50	1.88300	40.8	7.72
24	-624.457	可变			7.80
25	16.874	2.63	1.48749	70.2	10.27
26	-34.455	可变			10.17
27	∞	0.38	1.51633	64.1	12.50
28	∞	1.63			12.50
29	∞	0.63	1.51633	64.1	12.50
30	∞	0.5			12.50
像面	∞				

[0200] 非球面数据

[0201] 第七表面

[0202] $K=7.52150e-002$ $A4=-3.93686e-005$ $A6=8.95884e-006$

[0203] $A8=-6.16794e-007$ $A10=2.30798e-008$

[0204] 第十五表面

[0205] $K=8.62579e-002$ $A4=-2.06264e-004$ $A6=-2.03365e-006$

[0206] $A8=-2.51572e-007$ $A10=1.20108e-010$

[0207] 第十六表面

[0208] $K=0.00000e+000$ $A4=-5.65666e-005$ $A6=1.02907e-006$

[0209] $A8=-6.23153e-007$ $A10=1.47642e-008$

[0210] 第十九表面

[0211] $K=0.00000e+000$ $A4=2.26845e-004$ $A6=1.29837e-005$

$A8=-6.94950e-007$

[0212] $A10=4.57693e-008$

[0213]

各种 数据			
变焦比	13.19		
	广角	中间	望远
焦距	5.16	11.56	68.01
F数	3.50	4.68	5.77
视角	33.18	18.53	3.26

[0214]

像高	3.37	3.88	3.88
透镜总长	80.12	81.82	92.58
BF	0.50	0.50	0.50
d5	0.52	3.74	17.8
d11	5.57	4.04	0.74
d13	17.86	7.16	2.05
d22	3.13	13.83	18.94
d24	8.86	7.97	10.84
d26	5.63	6.51	3.64

[0215] 数值例 6

[0216] 单位 :mm

[0217]

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	57.394	0.88	1.84666	23.9	23.61
2	21.123	4.38	1.48749	70.2	21.15
3	-254.232	0.06			19.87
4	22.890	2.63	1.88300	40.8	17.44
5	139.584	可变			16.80
6	306.573	0.81	1.85135	40.1	13.08
7*	6.295	3.63			9.56
8	-11.818	0.50	1.88300	40.8	9.33
9	99.890	0.19			9.59
10	21.587	1.88	1.95906	17.5	9.85
11	-34.889	可变			9.83
12	∞	8.75	1.83400	37.2	7.88
13	∞	1.25			7.05
14	-26.724	0.50	1.48749	70.2	7.75
15	-108.223	可变			7.75
16*	9.418	2.38	1.55332	71.7	8.25
17*	-50.324	1.00			8.25
18	∞	1.25			7.39 (光阑)
19	9.604	0.63	1.90366	31.3	8.25
20	7.027	1.88			8.25
21*	45.352	3.63	1.58313	59.4	8.25
22	-5.602	0.50	1.83400	37.2	8.25
23	-12.961	0.75			8.25

[0218]

24	∞	可变			6.19 (耀斑截止 光阑)
25	-66.081	0.50	1.77250	49.6	6.38
26	34.275	可变			6.41
27	17.206	2.63	1.48749	70.2	10.45
28	-27.674	可变			10.38
29	∞	0.38	1.51633	64.1	12.50
30	∞	1.63			12.50
31	∞	0.63	1.51633	64.1	12.50
32	∞	0.5			12.50
像面	∞				

[0219] 非球面数据

[0220] 第七表面

[0221] K=8.19995e-002 A4=-7.55869e-005 A6=-2.98397e-006

[0222] A8=1.29543e-007 A10=-3.02166e-009

[0223] 第十六表面

[0224] K=2.30102e-001 A4=-1.98424e-004 A6=4.09245e-006

[0225] A8=-2.01826e-007 A10=-3.68361e-009

[0226] 第十七表面

[0227] K=0.00000e+000 A4=-8.49659e-008 A6=7.51034e-006

[0228] A8=-3.97670e-007

[0229] 第二十一表面

[0230] K=3.48251e+001 A4=1.01068e-004 A6=5.65942e-006

A8=-1.69562e-007

[0231] A10=5.90897e-009

[0232]

各种 数据			
变焦比	15.11		
	广角	中间	望远
焦距	5.16	17.7	77.90
F数	3.21	4.31	5.77
视角	33.18	12.35	2.85
像高	3.37	3.88	3.88
透镜总长	82.73	87.06	95.82
BF	0.50	0.50	0.50
d5	0.53	9.29	18.24
d11	5.36	0.93	0.74

[0233]

d15	18.00	6.54	0.42
d24	3.13	9.63	12.59
d26	7.14	8.31	16.30
d28	4.88	8.67	3.83

[0234] 表 1

[0235]

示例	条件						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
示例 1	4.94	2.67	0.26	3.16	0.101	0.22	1.10
示例 2	7.04	2.46	0.19	3.42	0.076	0.19	1.08
示例 3	4.72	2.16	0.30	2.77	0.124	0.27	0.92
示例 4	6.23	2.38	0.22	3.64	0.081	0.24	1.04
示例 5	5.39	2.24	0.25	3.07	0.088	0.25	0.94
示例 6	6.13	2.21	0.23	3.41	0.094	0.20	1.15

[0236] 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。

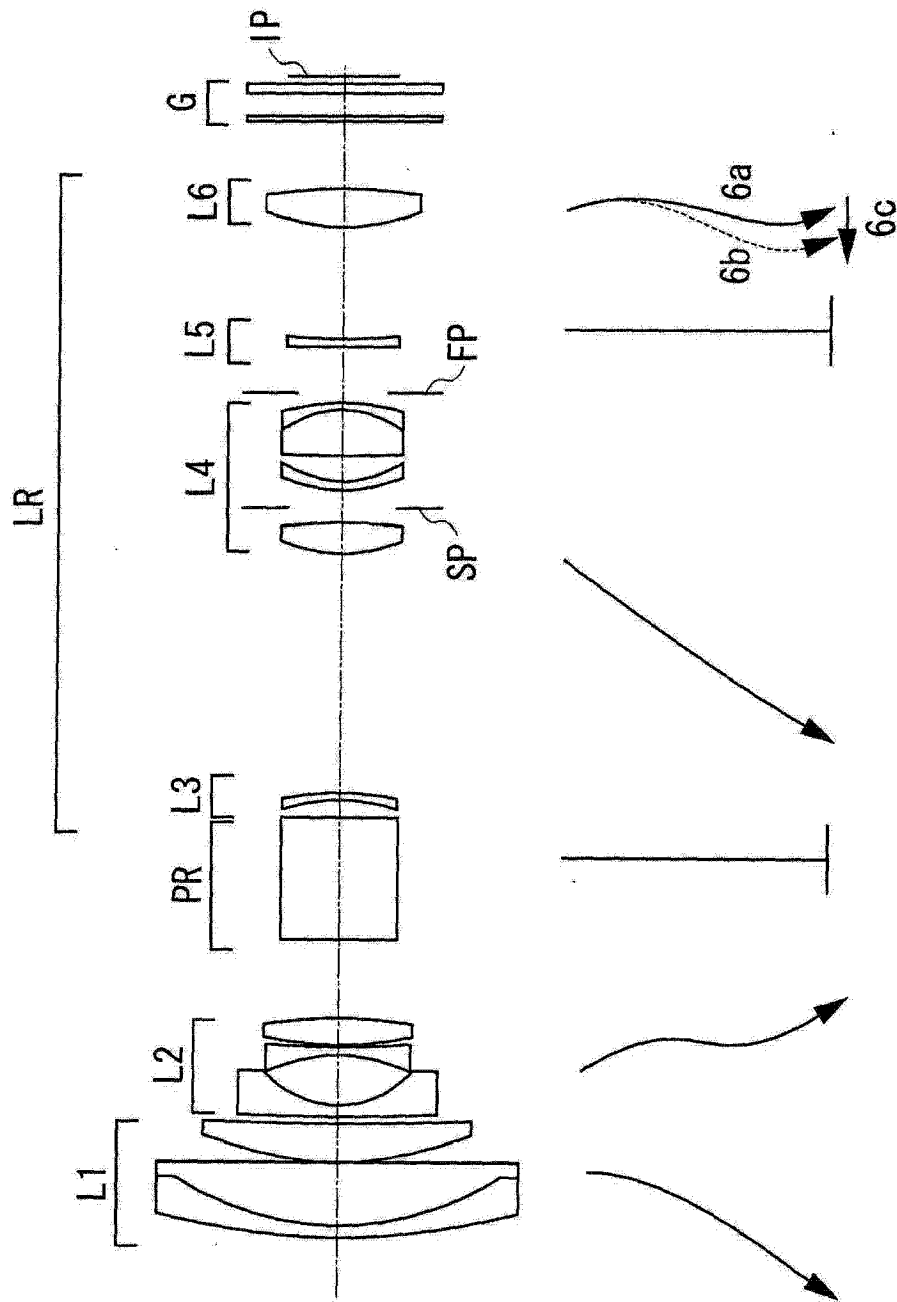


图 1

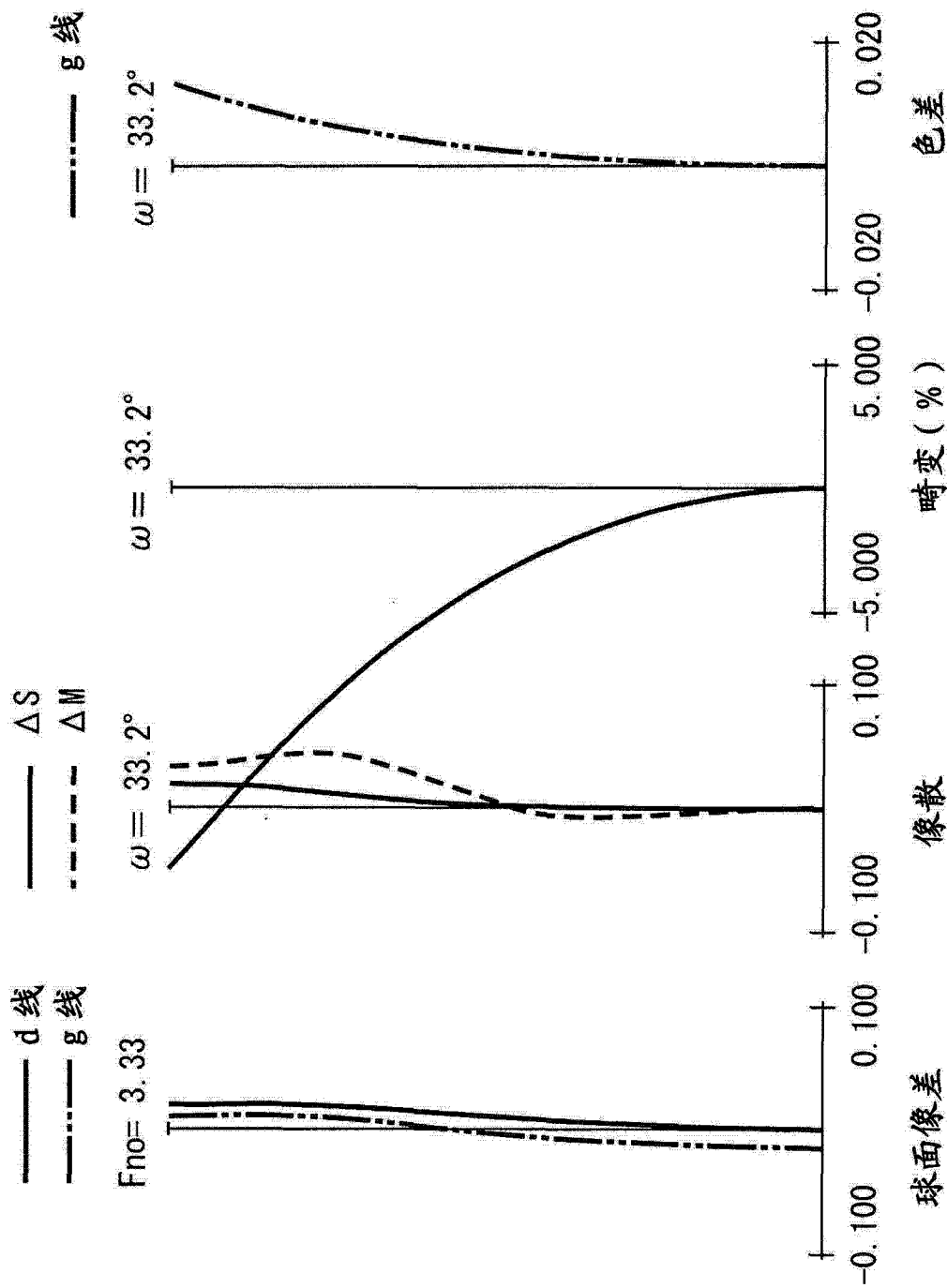


图 2A

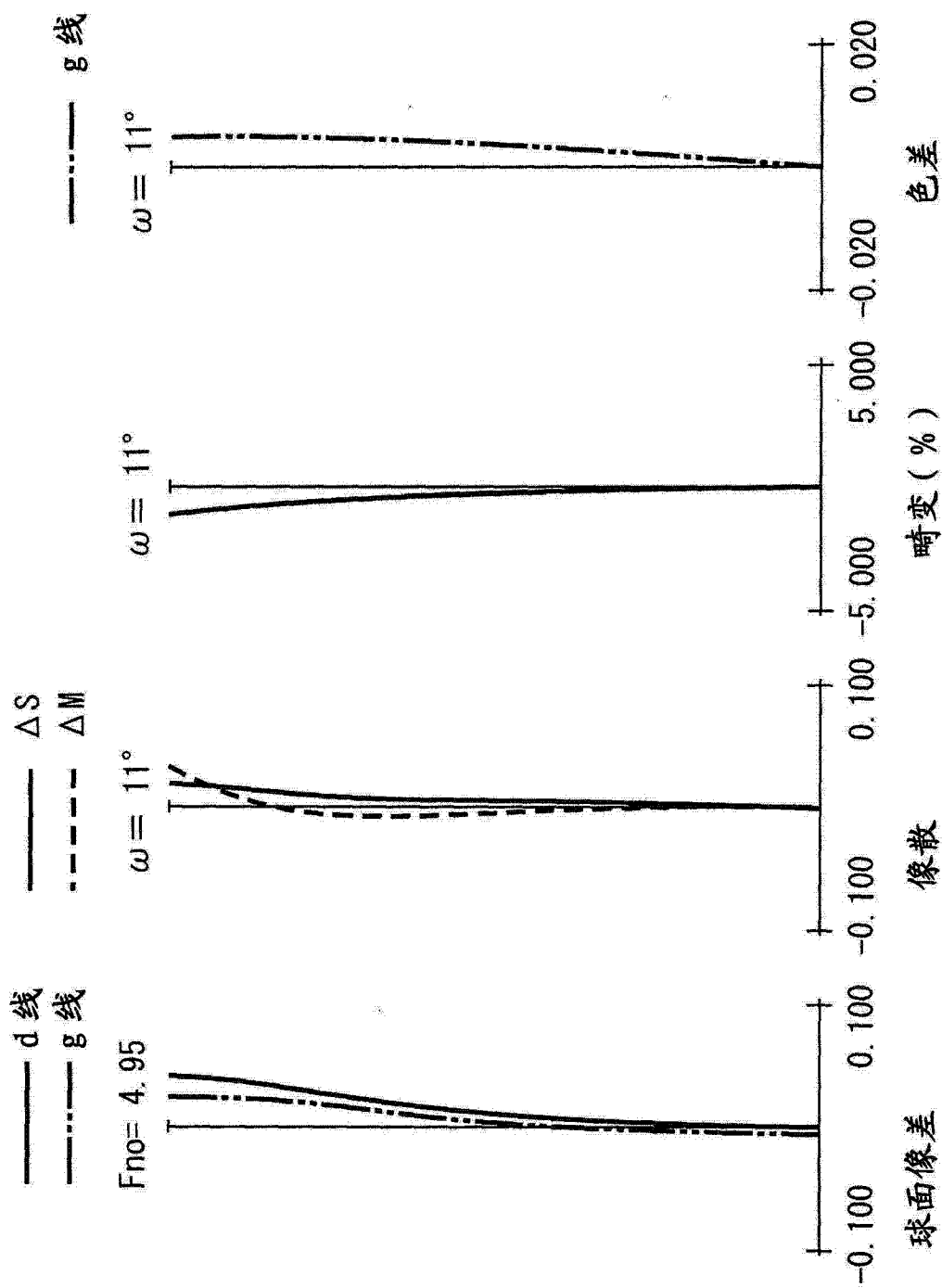


图 2B

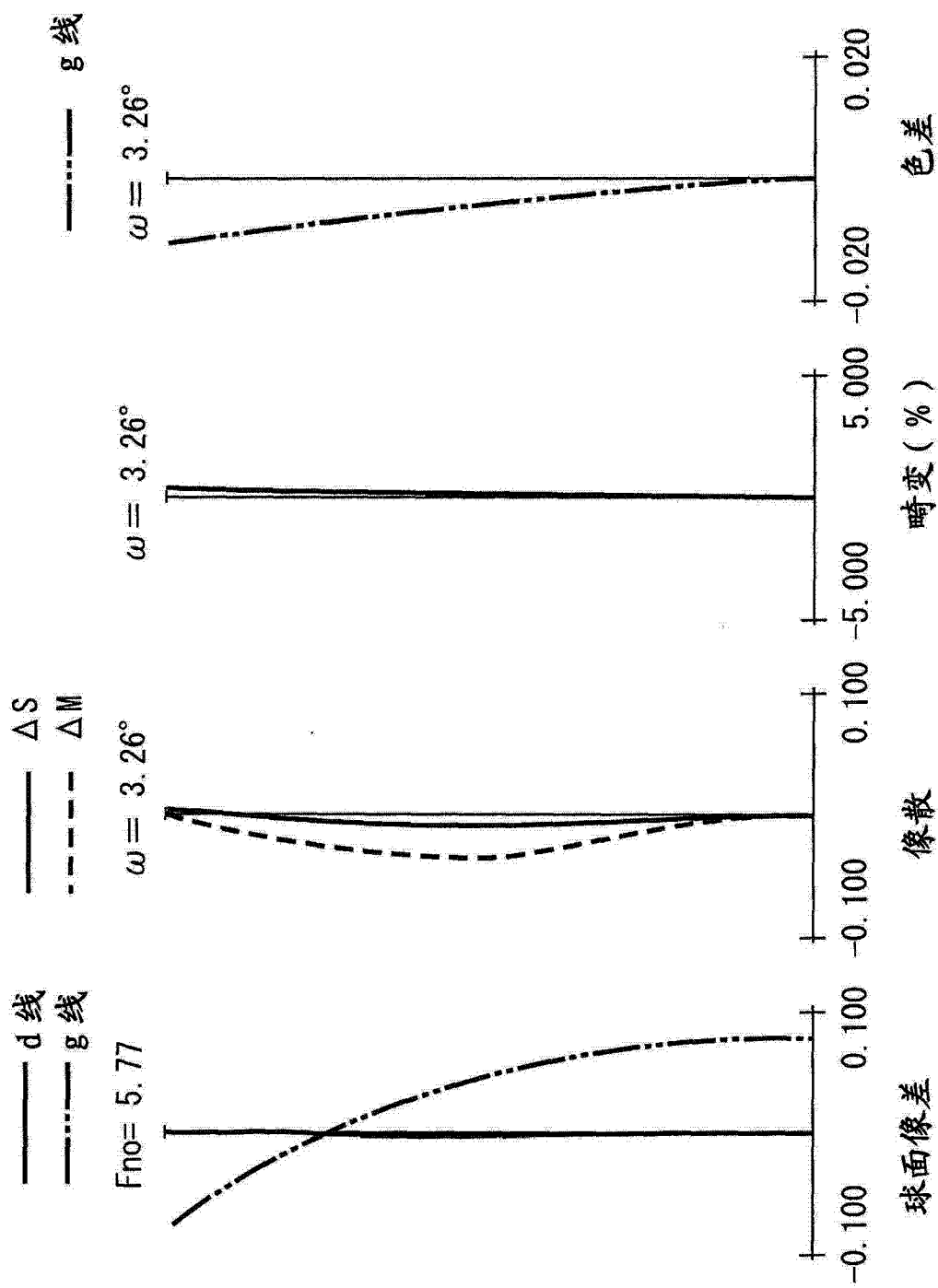


图 2C

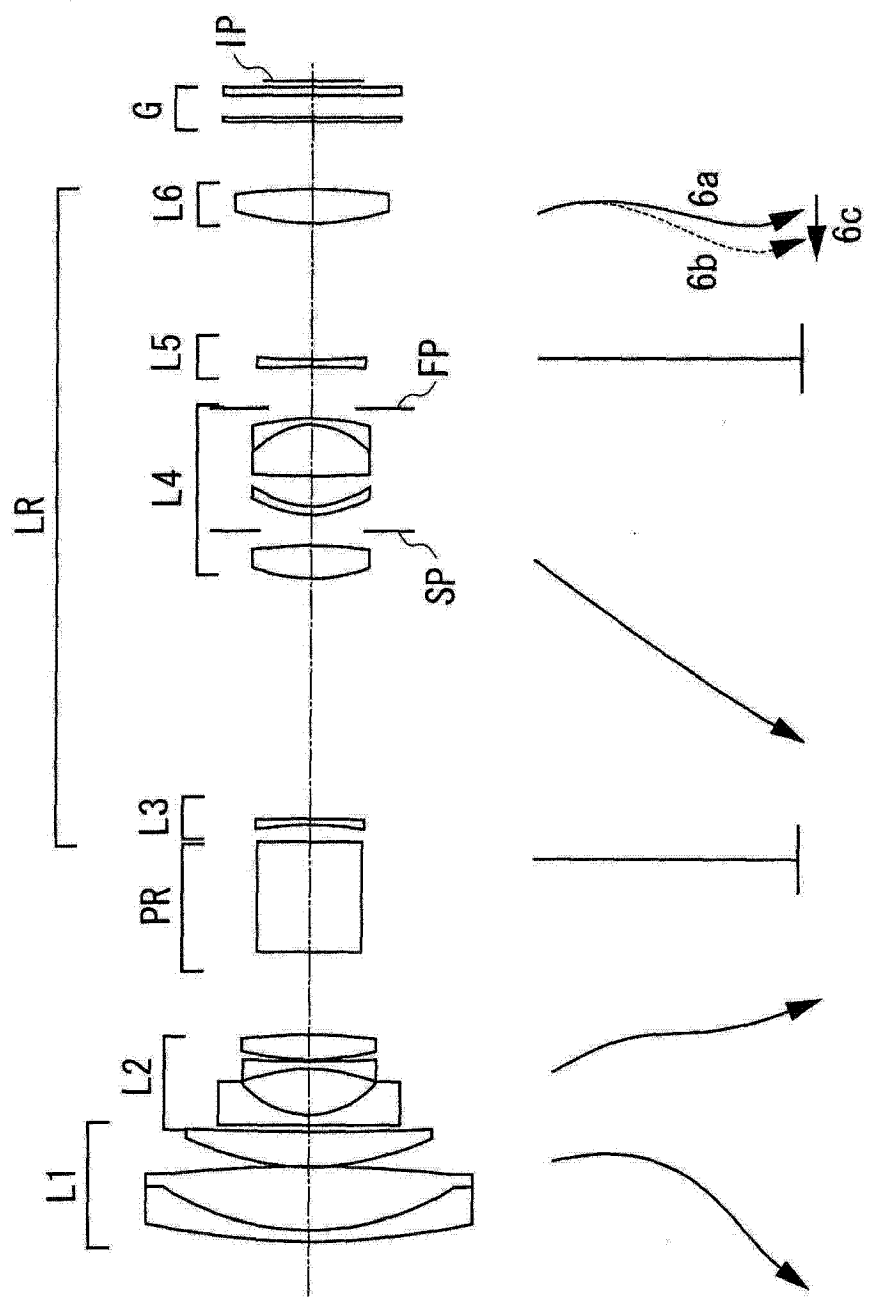


图 3

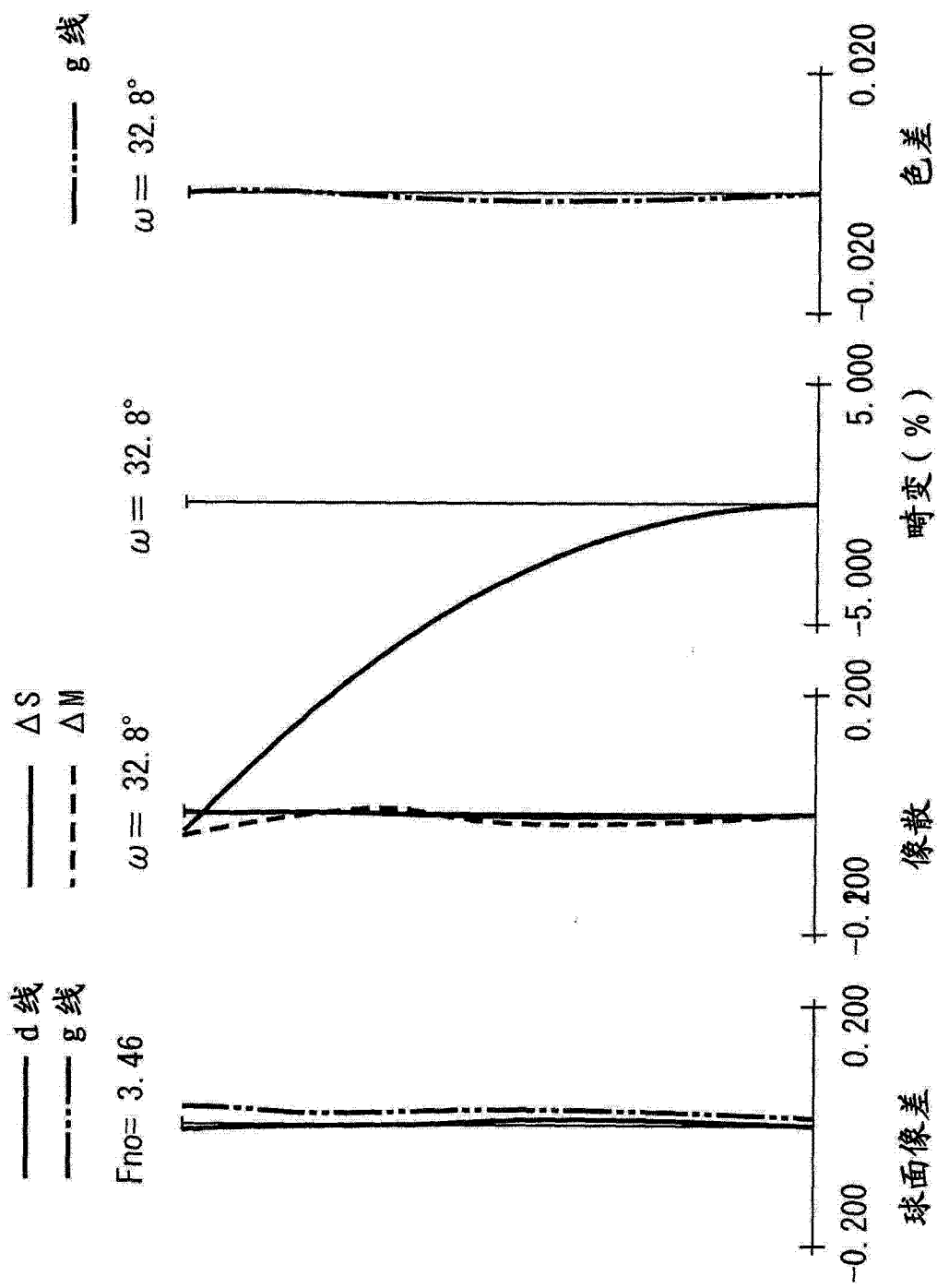


图 4A

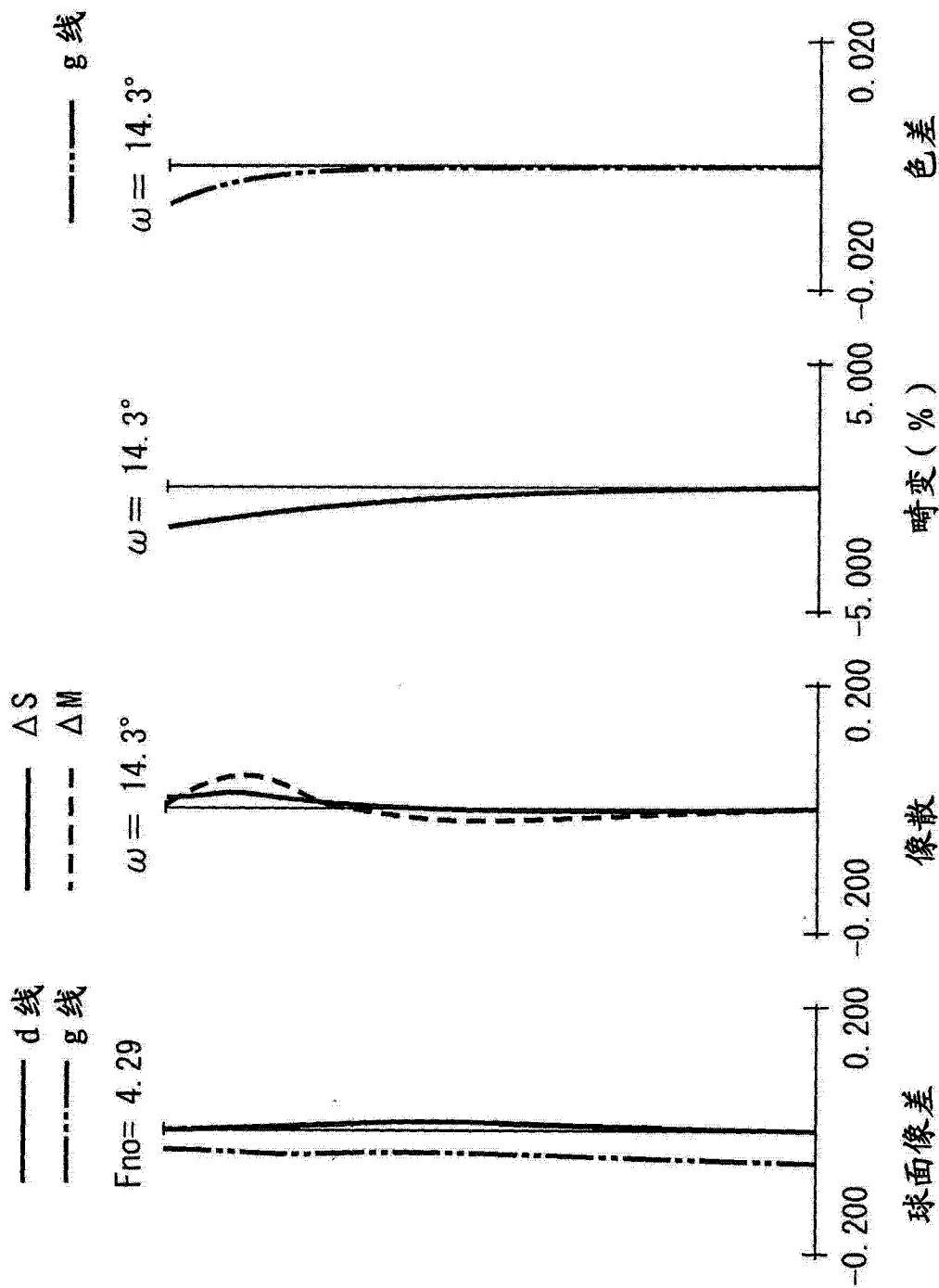


图 4B

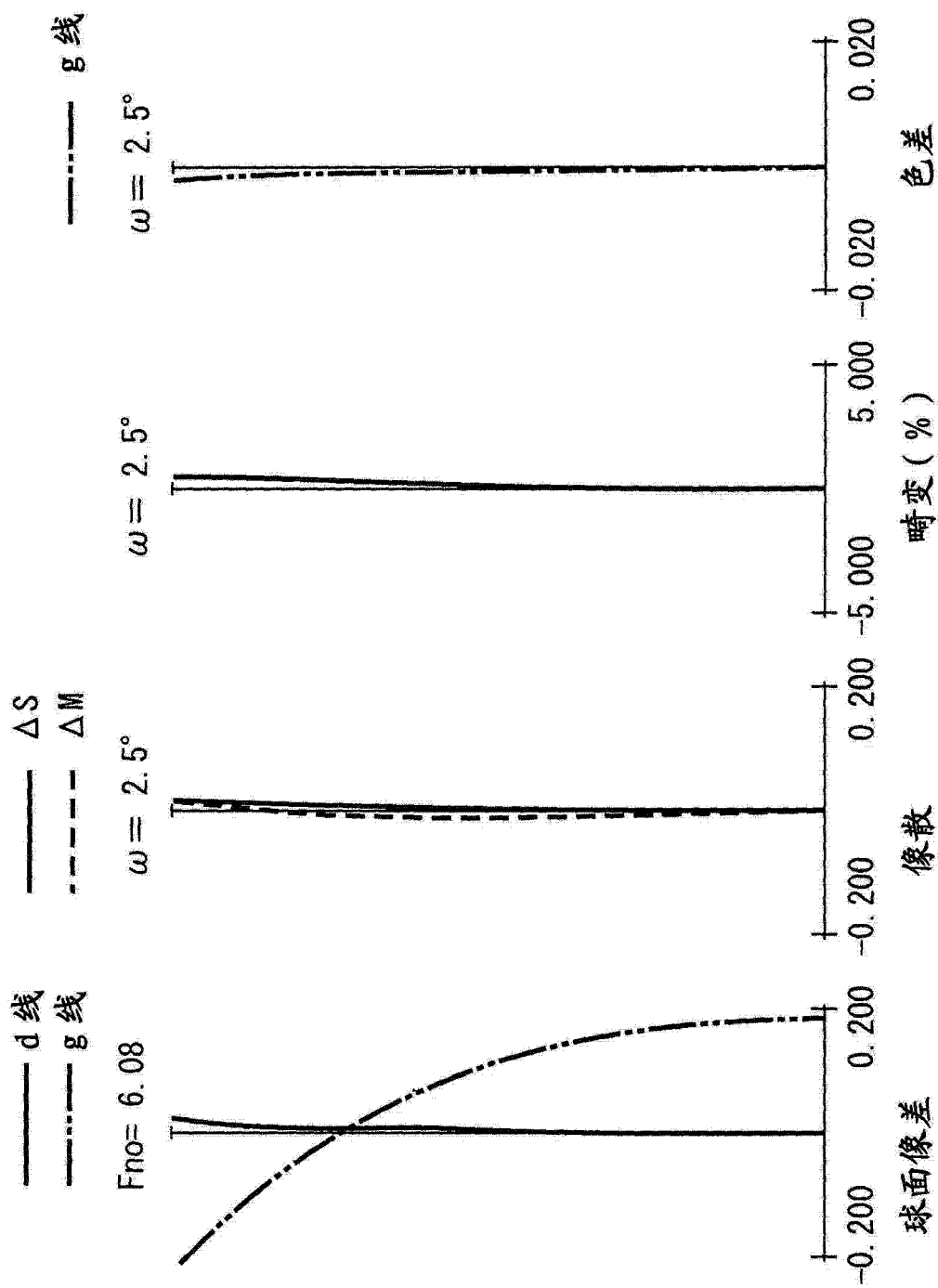


图 4C

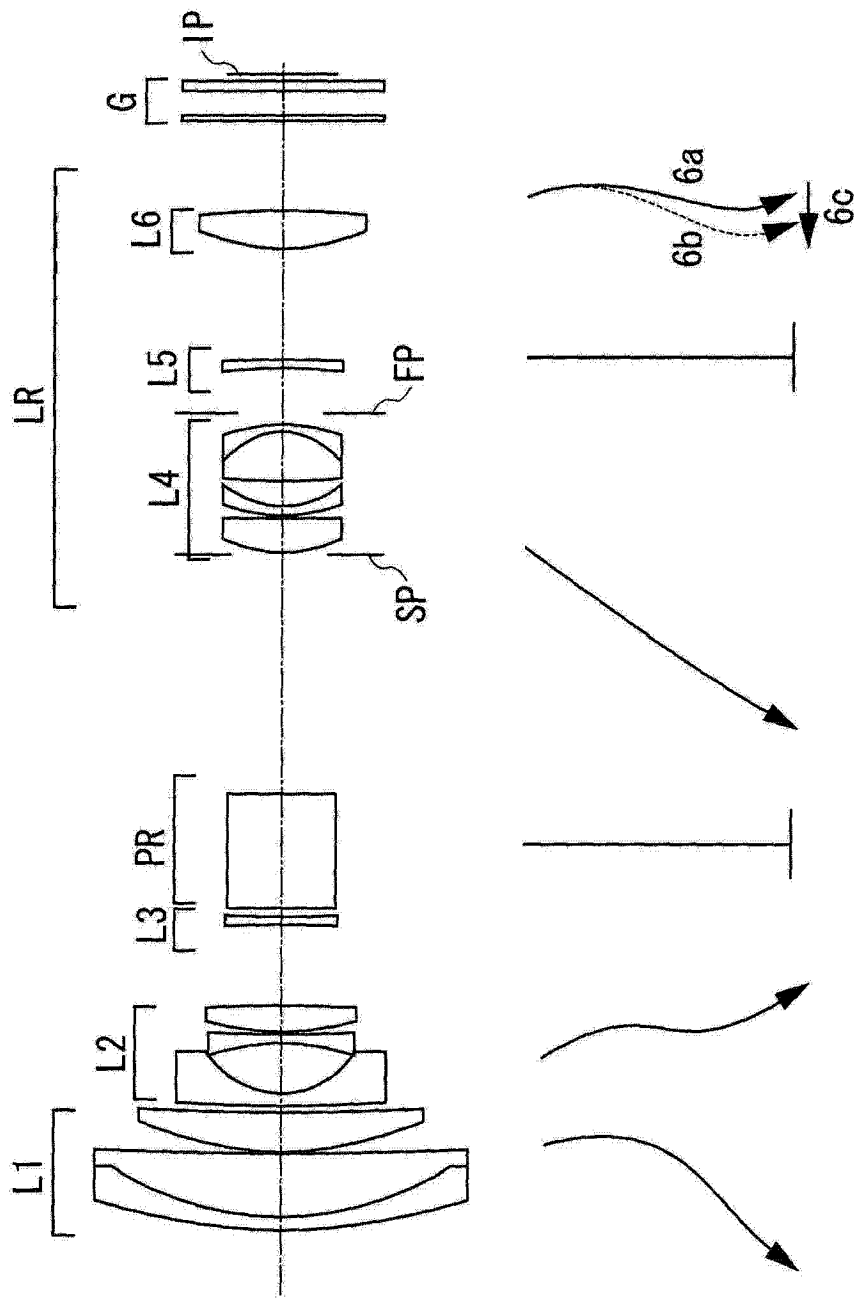


图 5

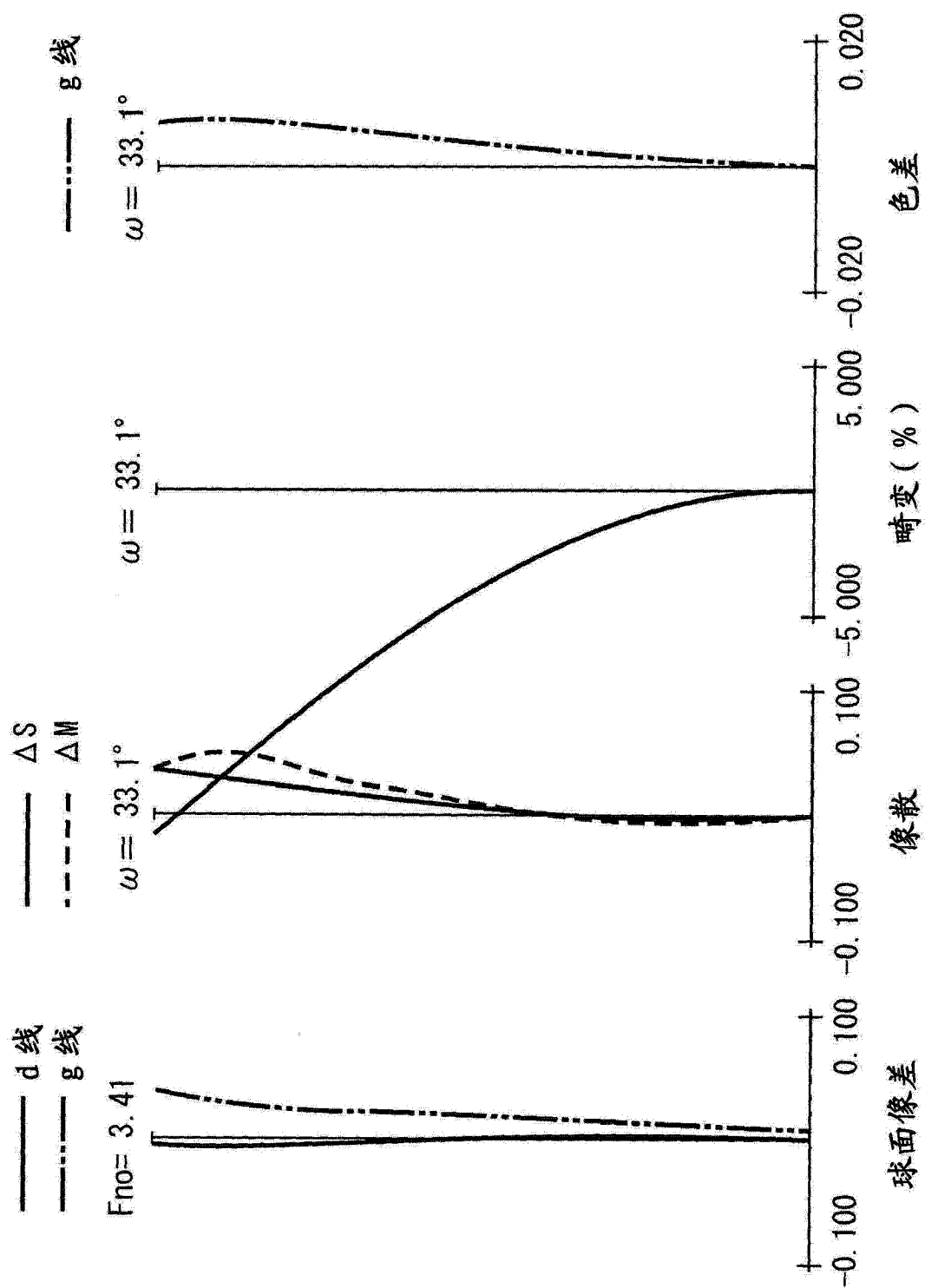


图 6A

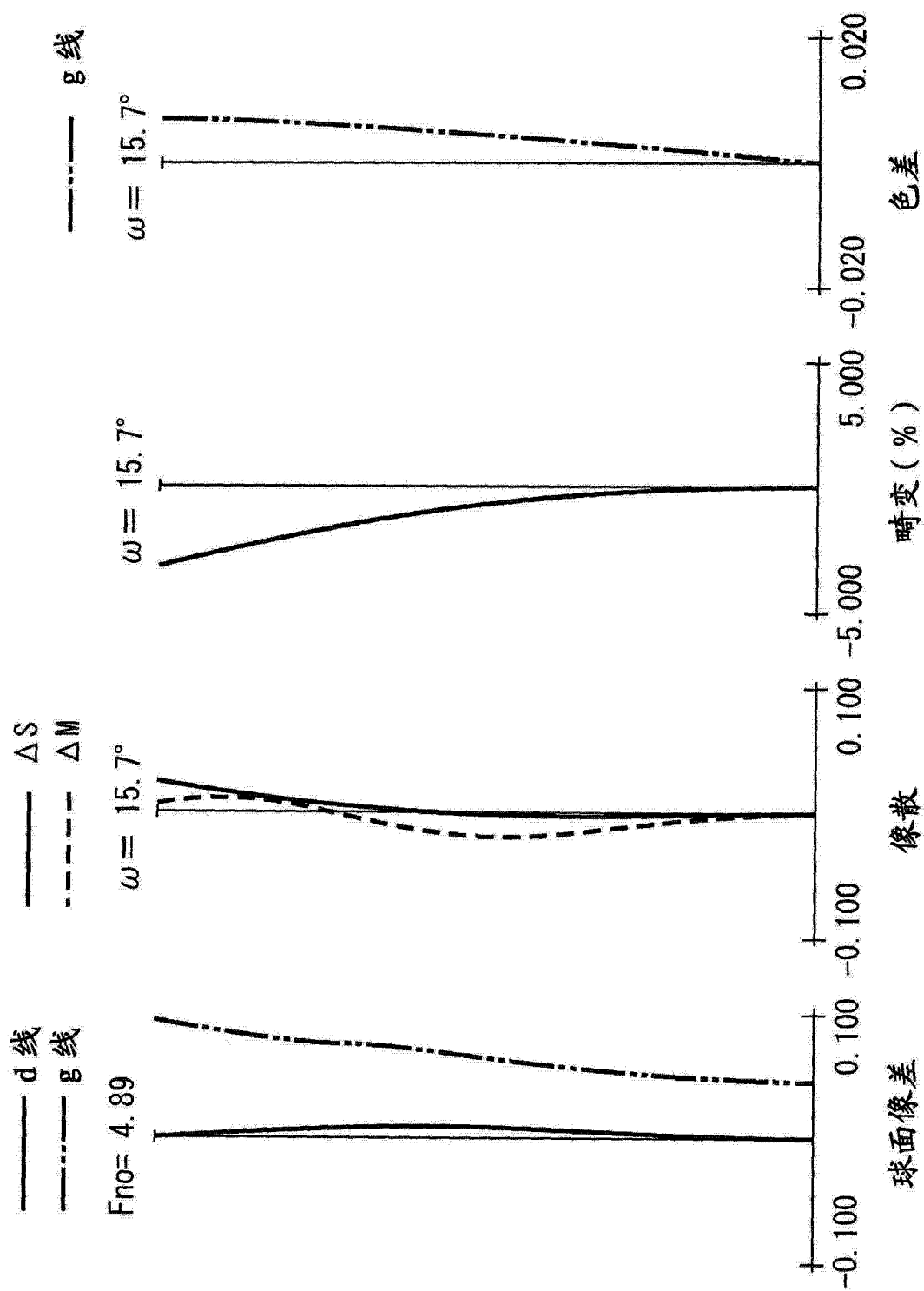


图 6B

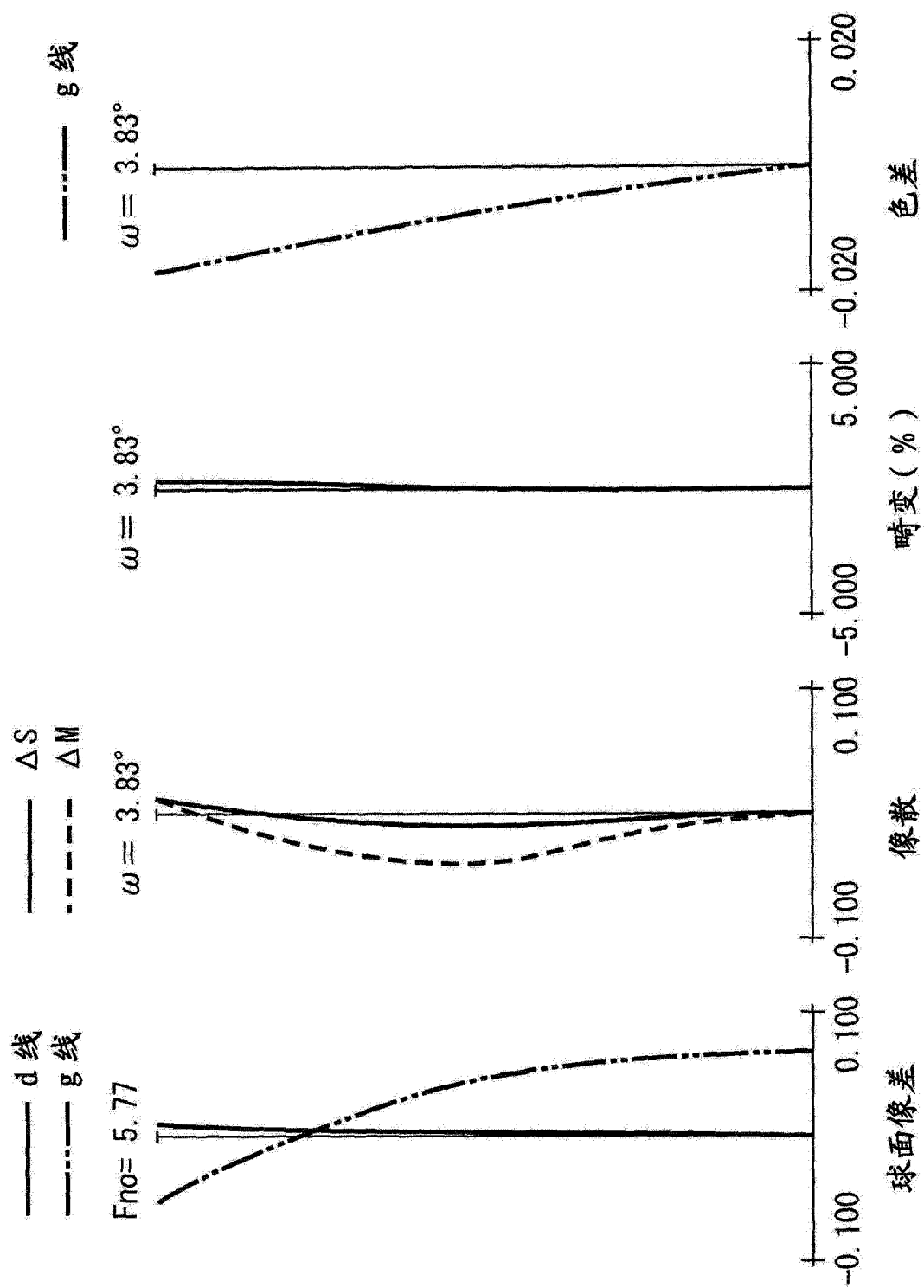


图 6C

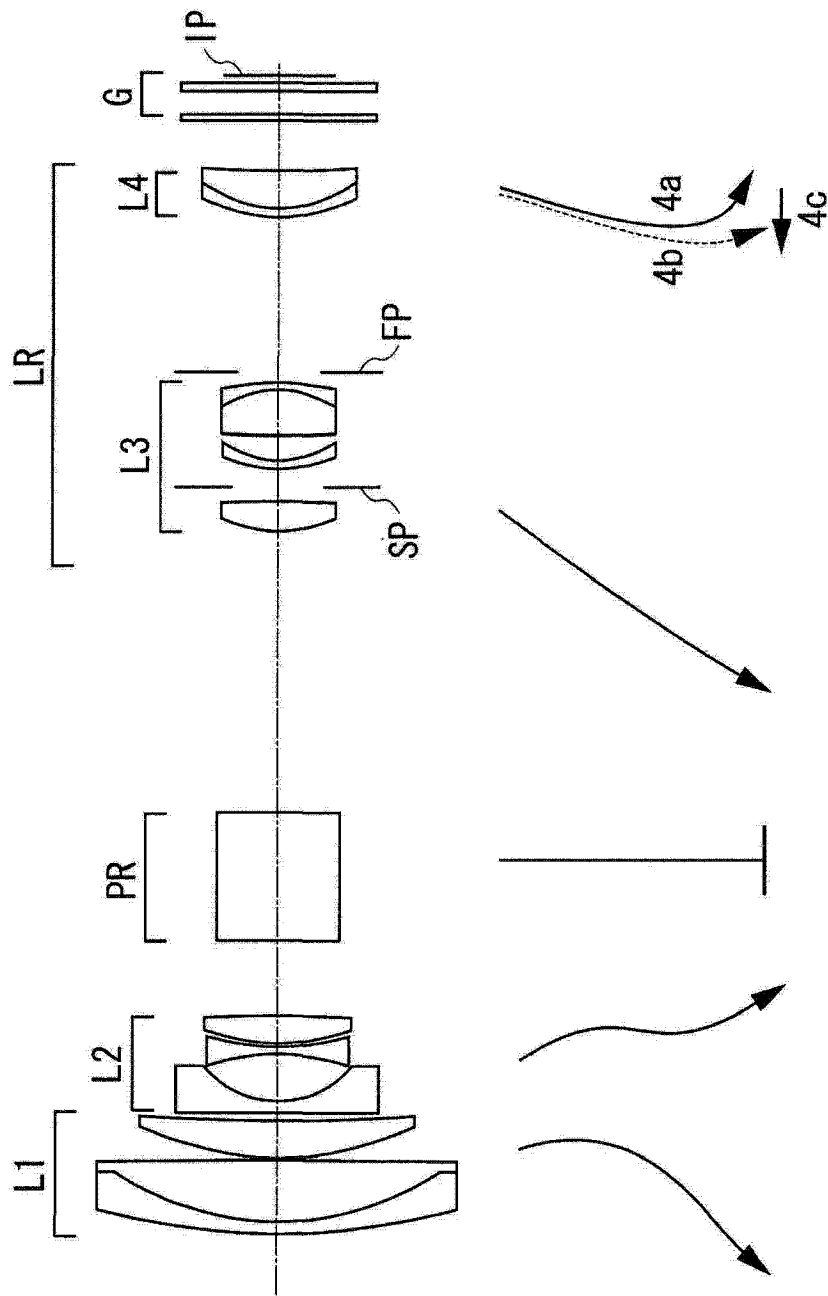


图 7

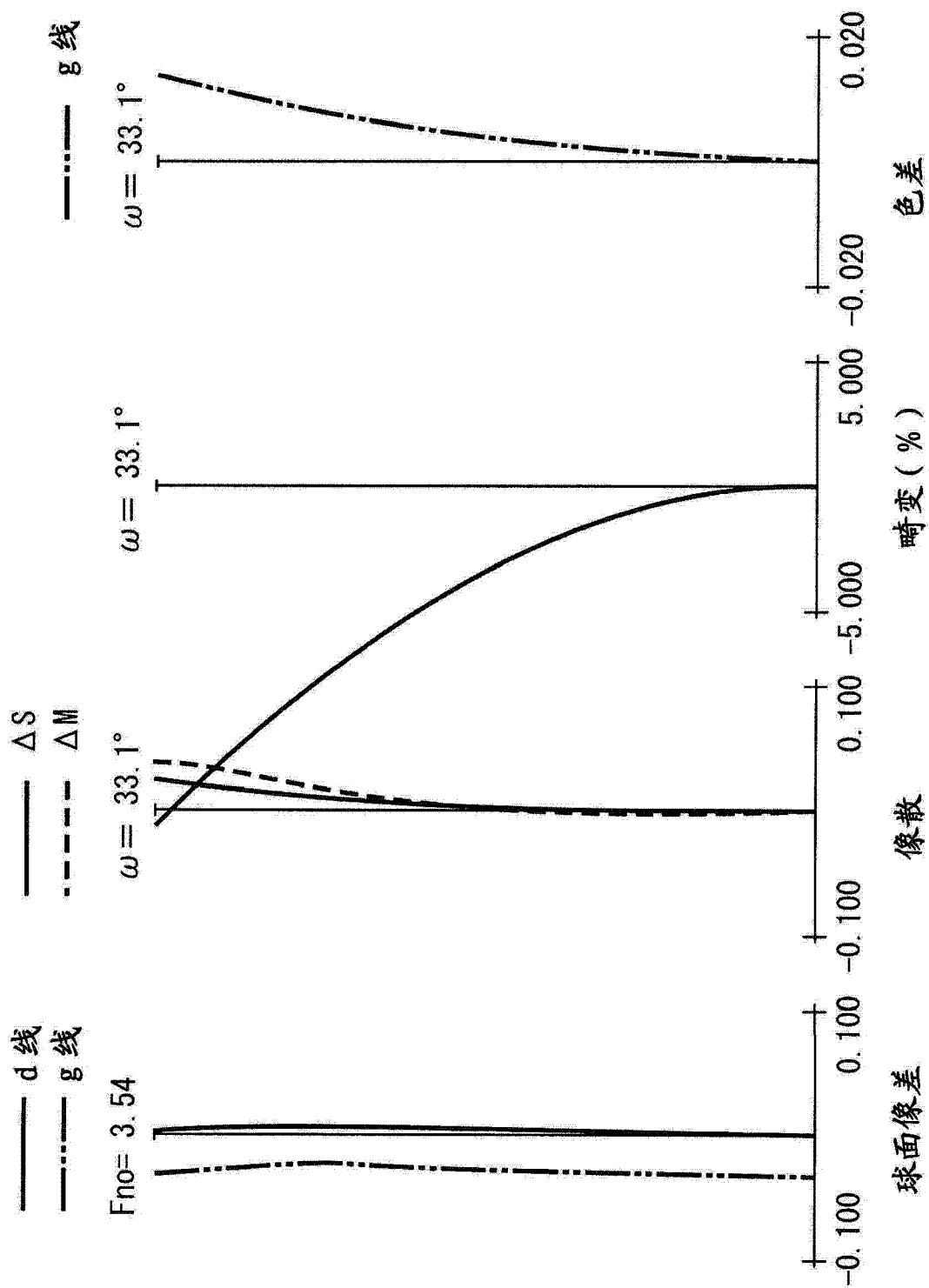


图 8A

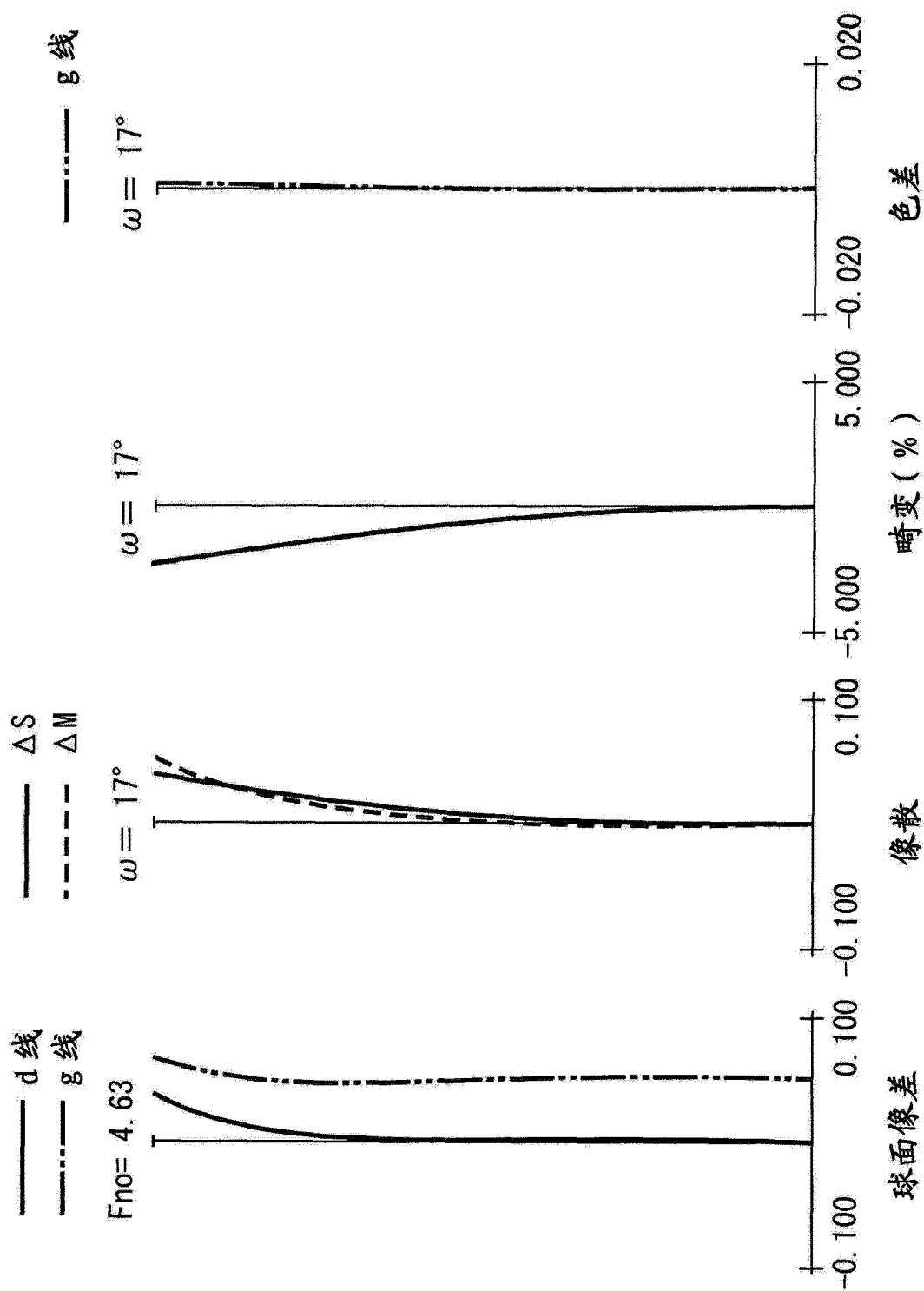


图 8B

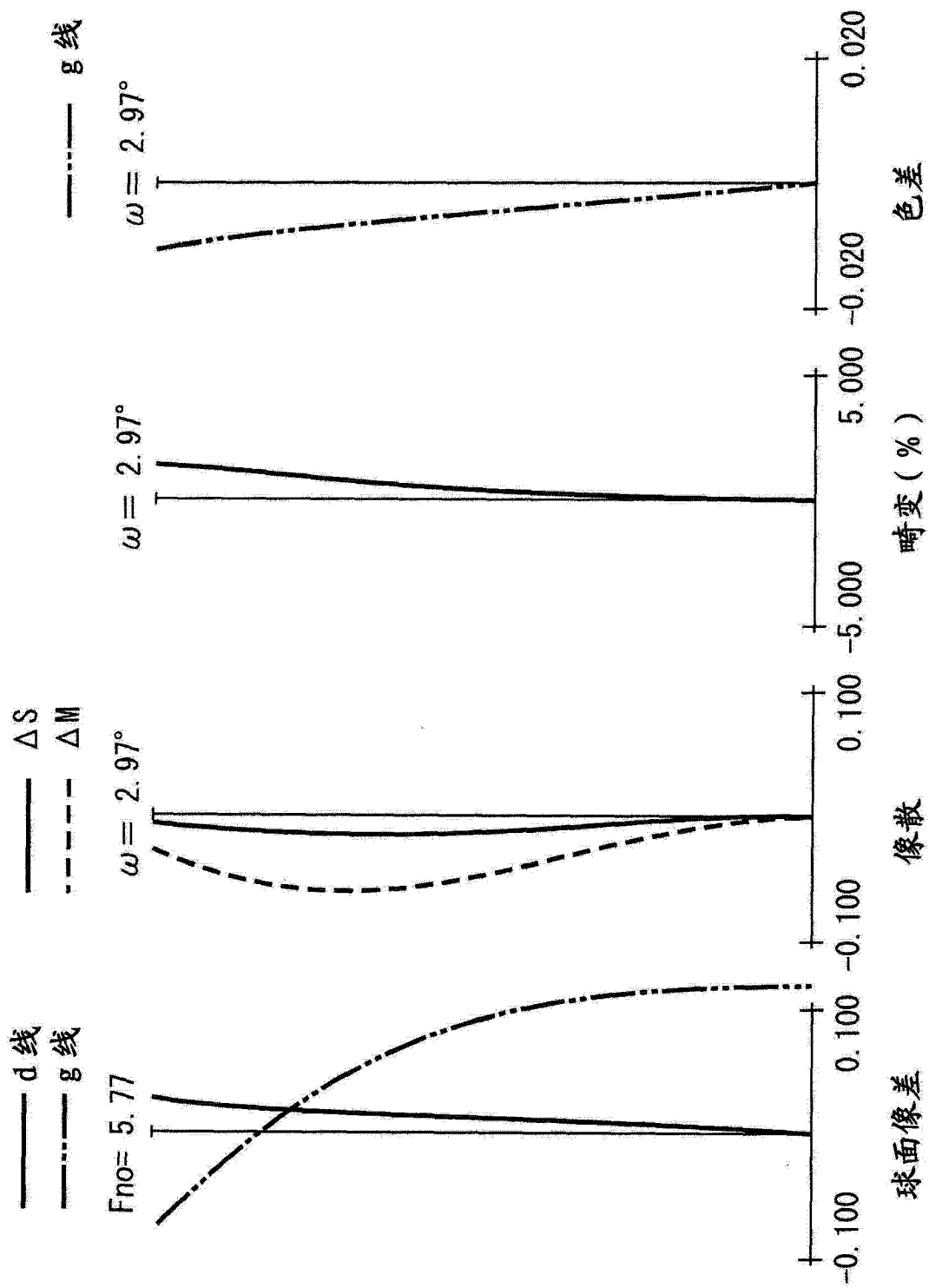


图 8C

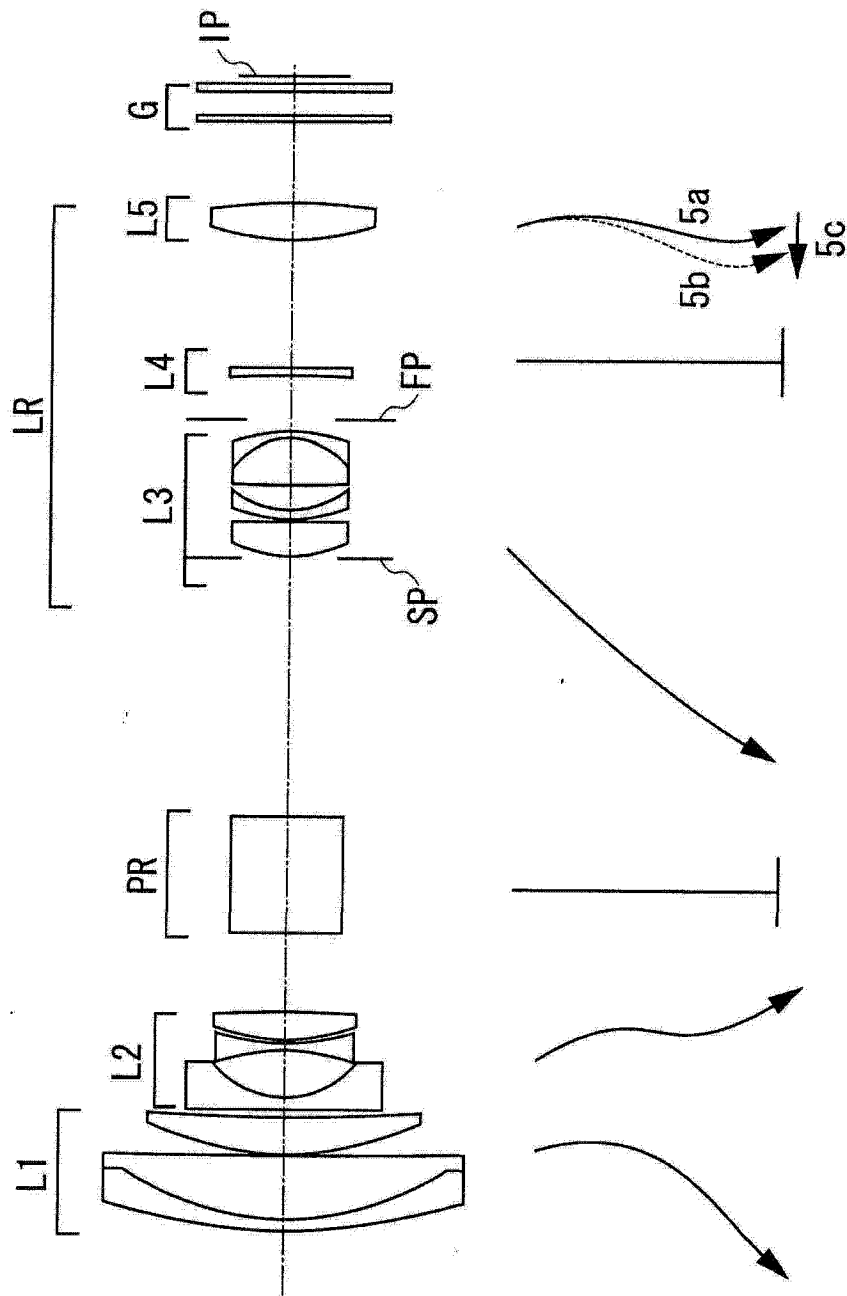


图 9

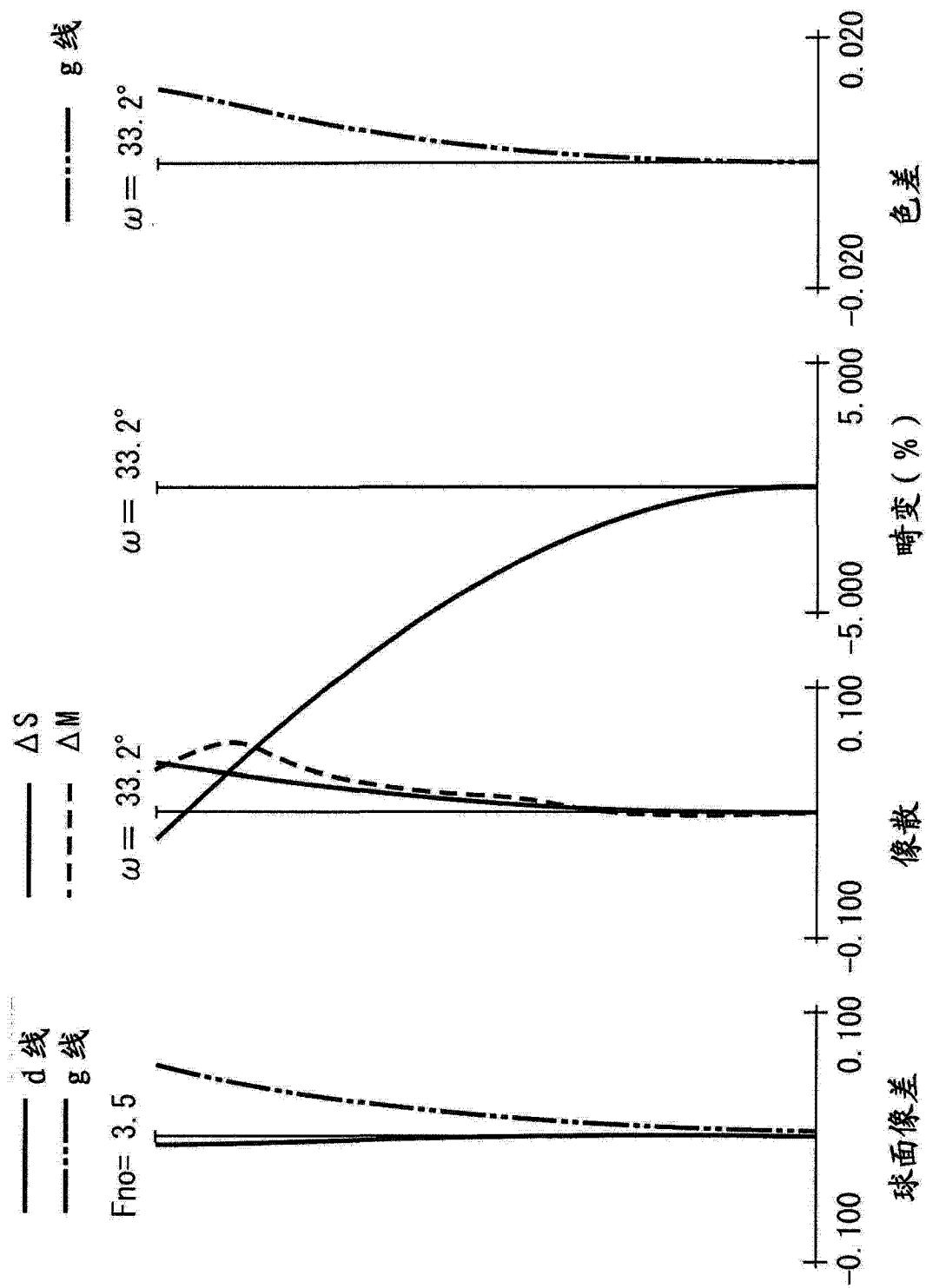


图 10A

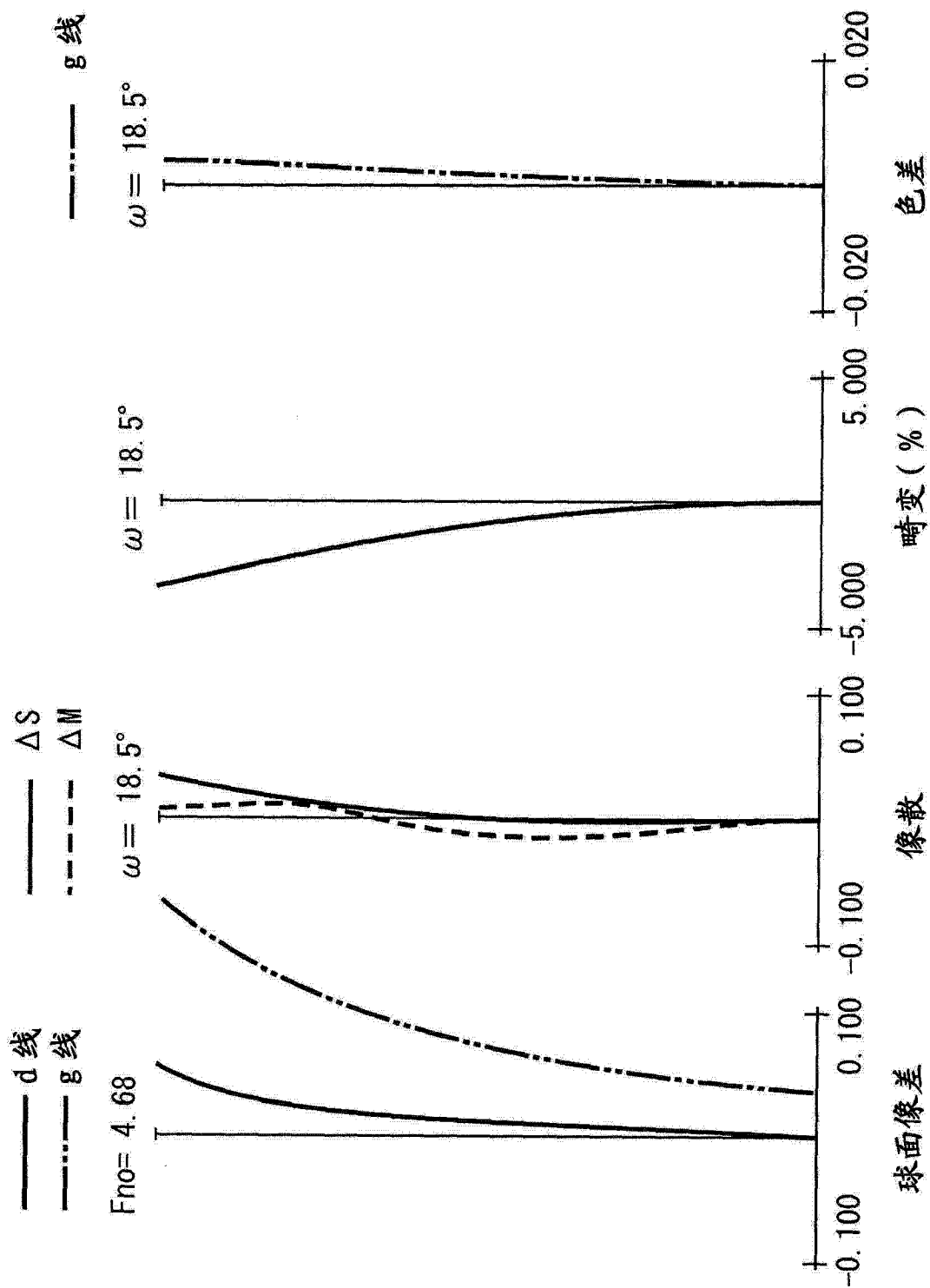


图 10B

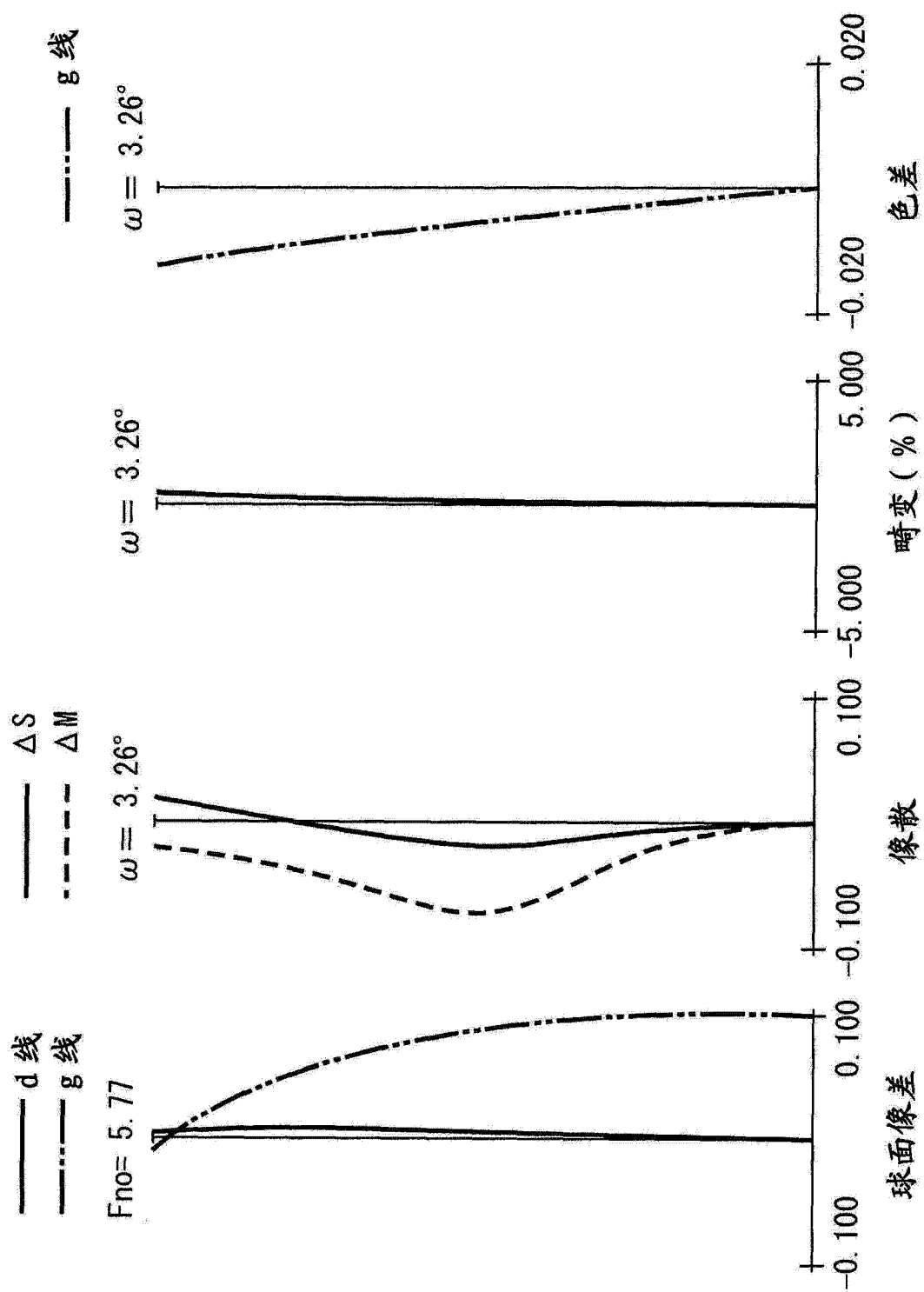


图 10C

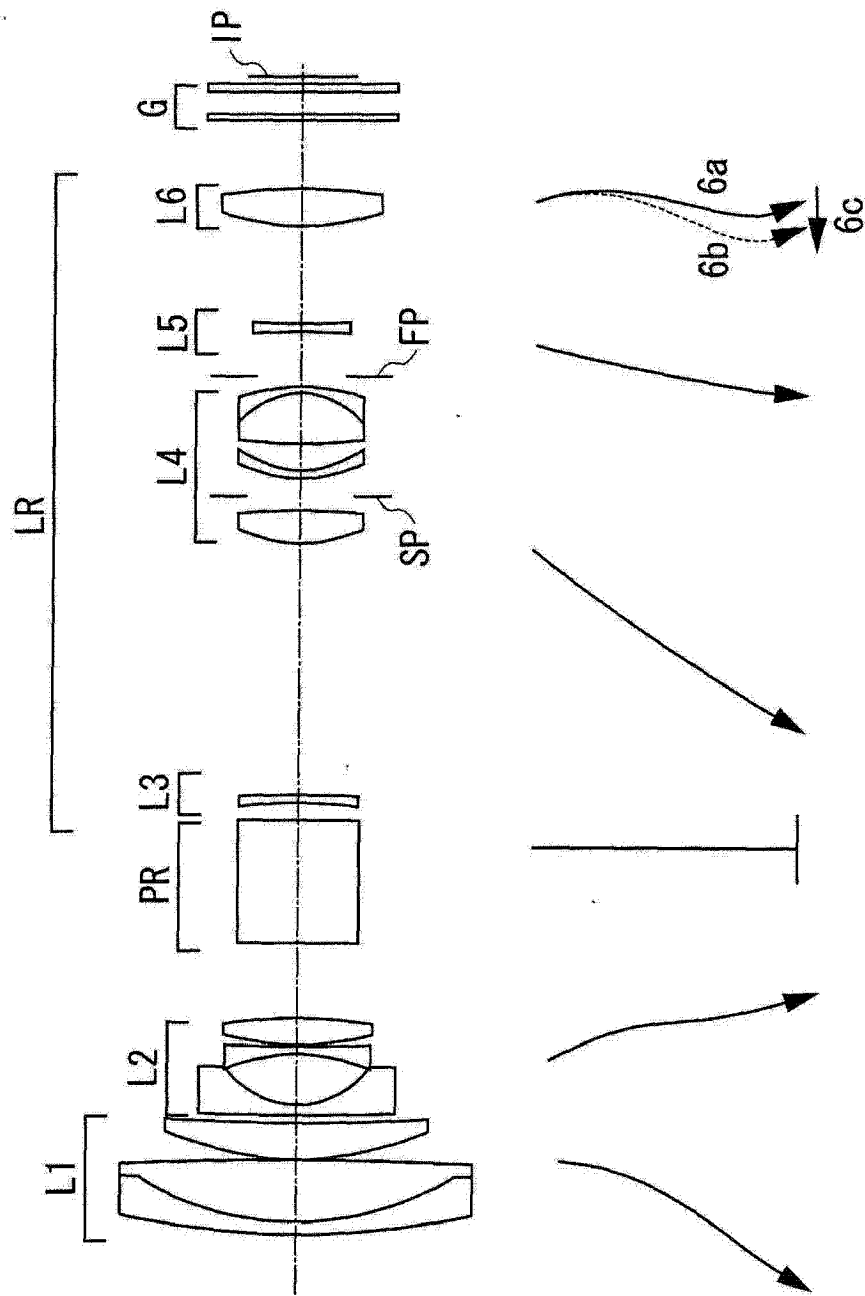


图 11

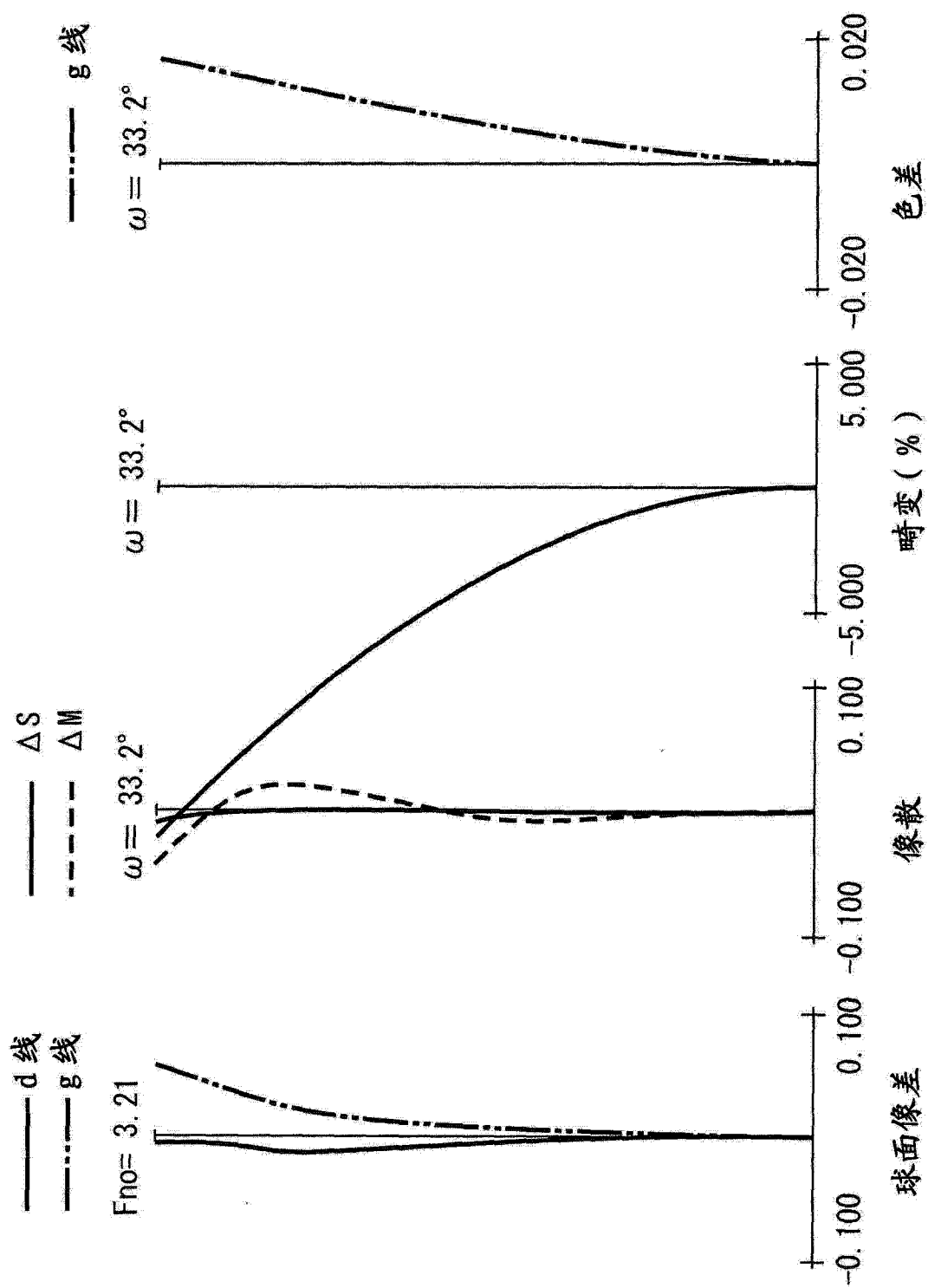


图 12A

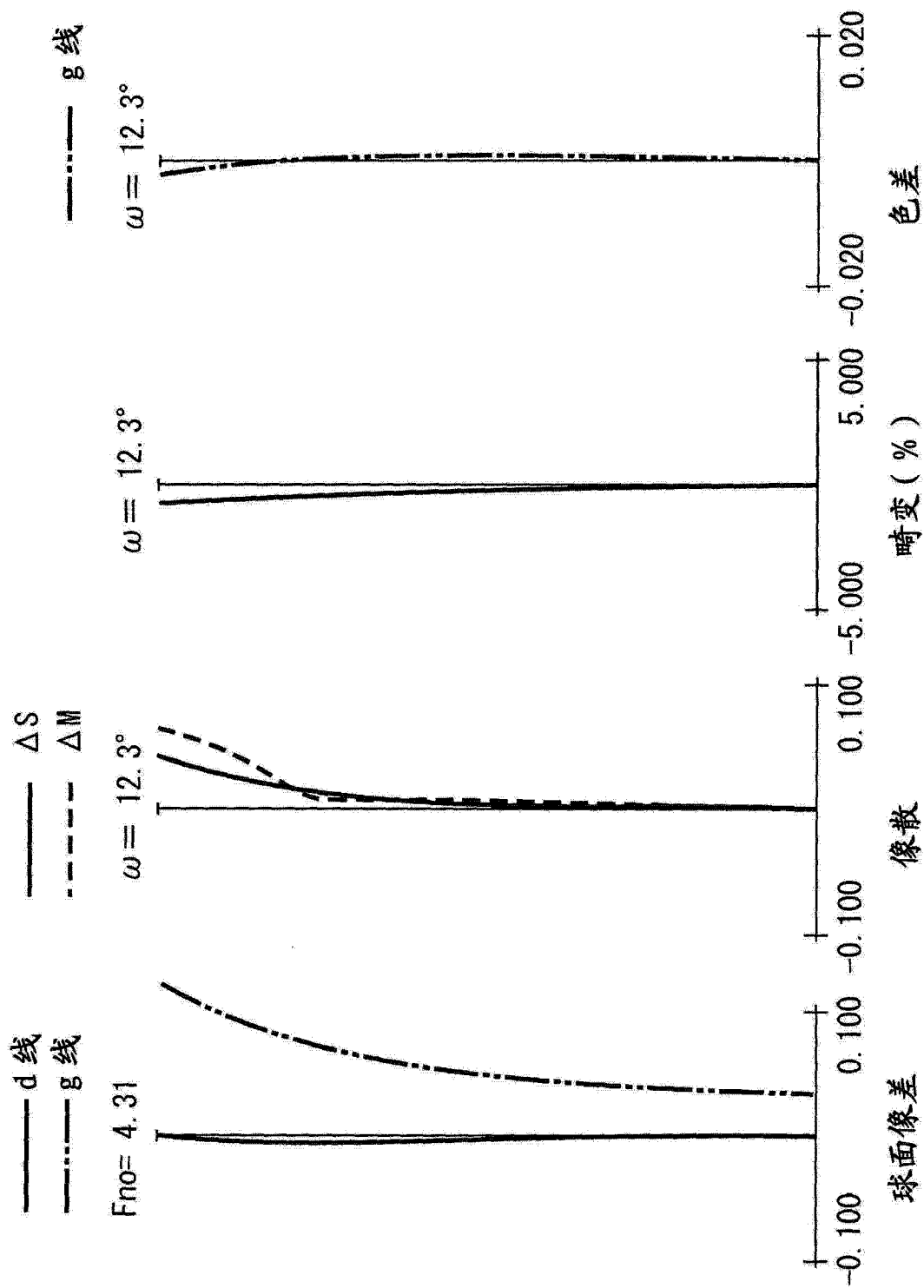


图 12B

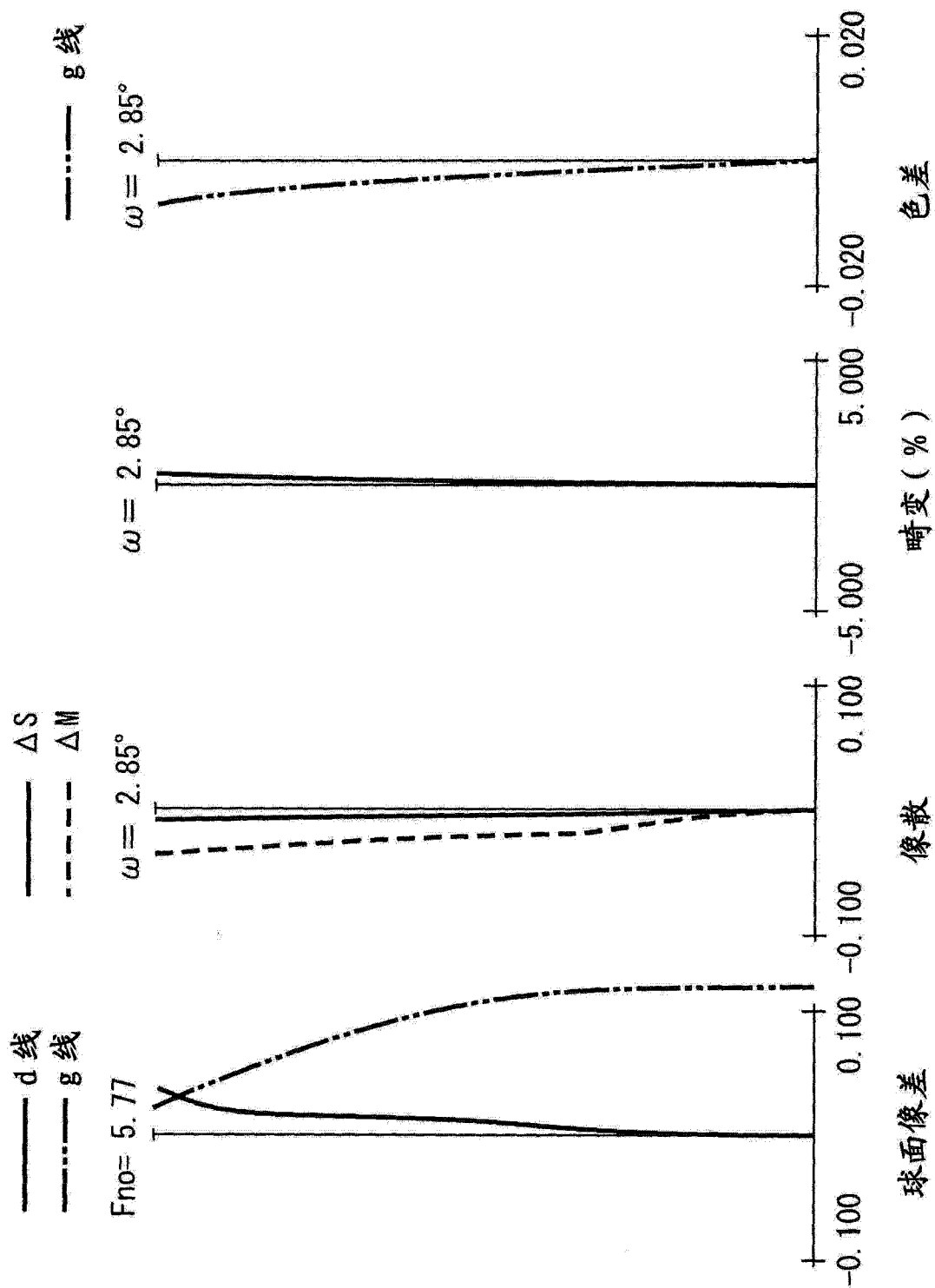


图 12C

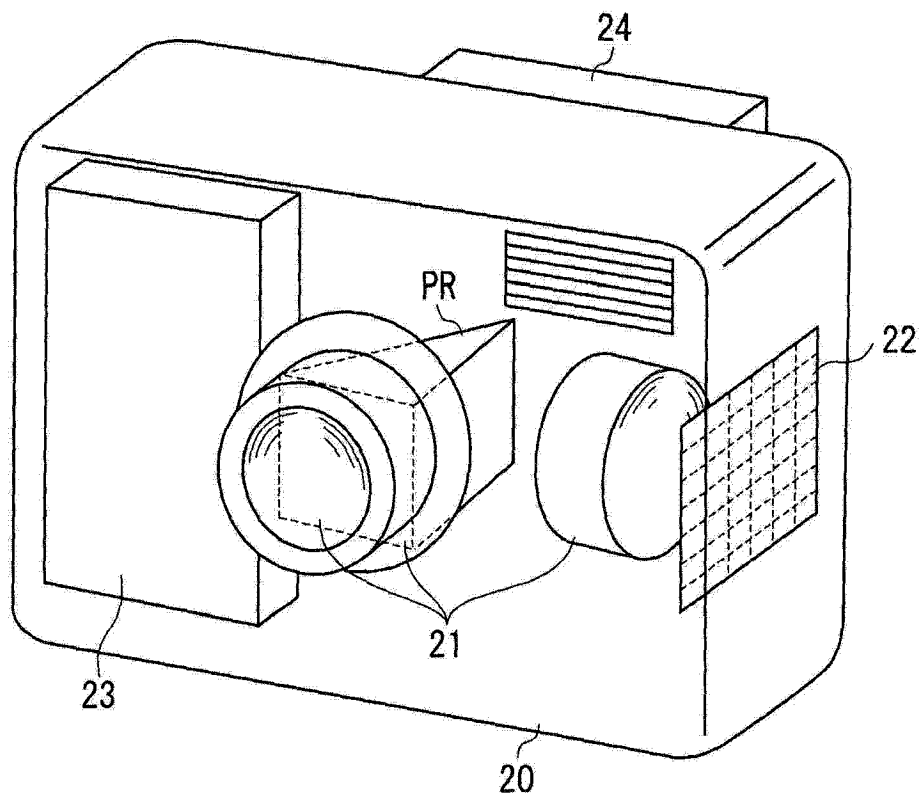


图 13

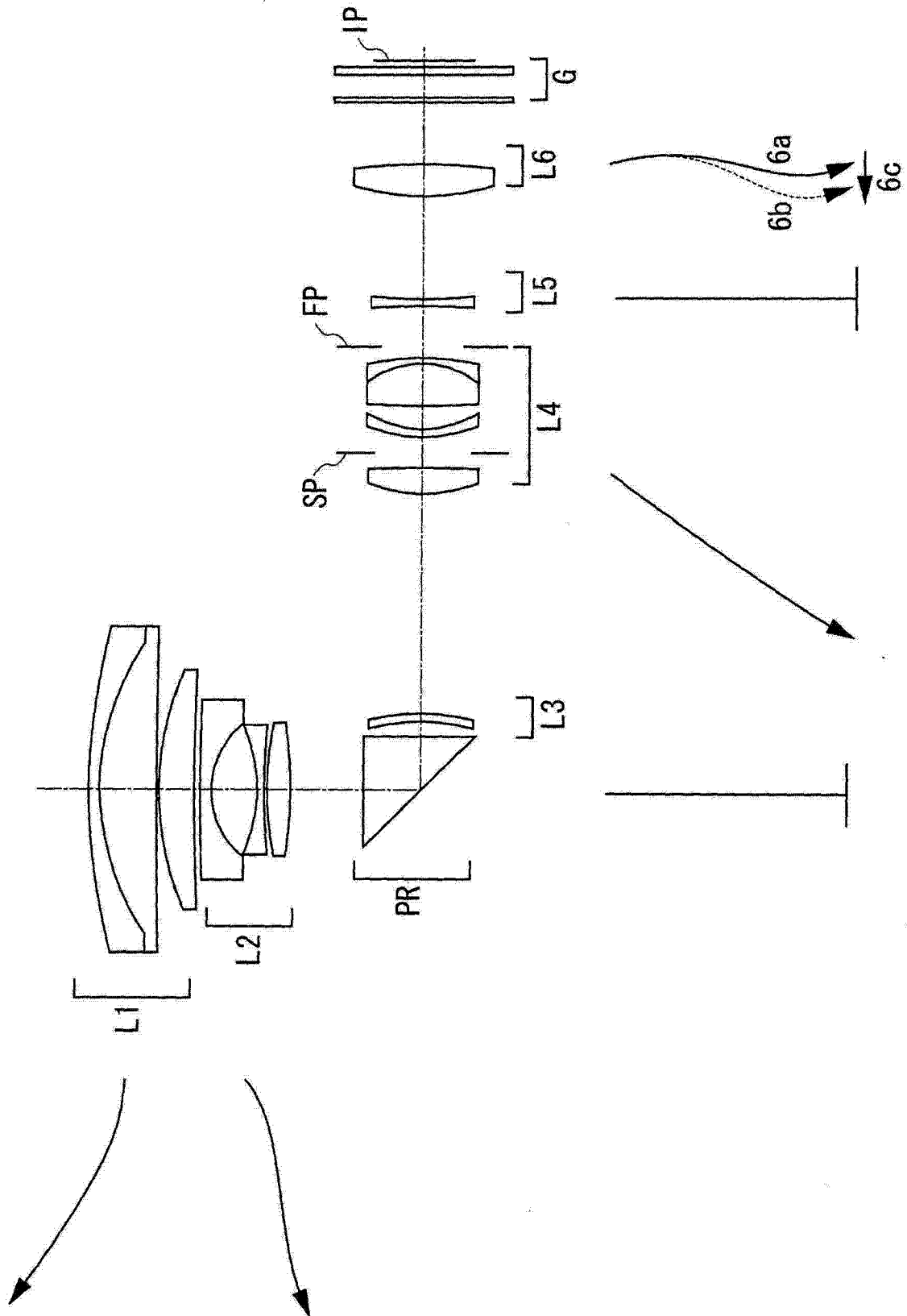


图 14