

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101750721 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 18

(21) 申请号 200910253817. 9

US 7151638 B2, 2006. 12. 19, 全文.

(22) 申请日 2009. 12. 08

审查员 张小丽

(30) 优先权数据

2008-315545 2008. 12. 11 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 大久保洋辅

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 魏小薇

(51) Int. Cl.

G02B 15/16 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008/0088944 A1, 2008. 04. 17, 说明书
第 0101-0102, 0124, 0147 段、附图 1 (A) — 1
(C), 8-10.

US 2007/0217024 A1, 2007. 09. 20, 全文.

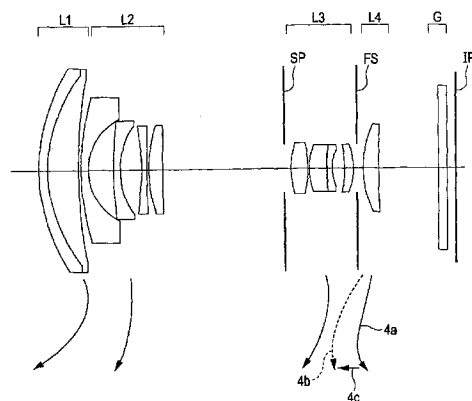
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 17 页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

一种变焦透镜, 从物侧到像侧依次包括第一到第四透镜单元。第一、第三和第四透镜单元具有正折光力。第二透镜单元具有负折光力。透镜单元之间的距离在变焦期间改变。第一透镜单元由包含从物侧到像侧依次布置的具有负折光力的第一透镜和具有正折光力的第二透镜的胶合透镜构成。Nd1a 和 vd1a 分别是第一透镜的材料对于 d 线的折射率和阿贝数, 并且被适当地设定。



1. 一种变焦透镜,包括:

具有正折光力的第一透镜单元;

具有负折光力的第二透镜单元;

具有正折光力的第三透镜单元;和

具有正折光力的第四透镜单元,

其中,第一、第二、第三和第四透镜单元分别从物侧到像侧被依次布置,

其中,透镜单元之间的距离在变焦期间改变,

其中,第一透镜单元由胶合透镜构成,所述胶合透镜包含从物侧到像侧依次布置的具有负折光力的第一透镜和具有正折光力的第二透镜,

其中,当 N_{d1a} 和 v_{d1a} 分别是第一透镜的材料对于 d 线的折射率和阿贝数时,满足以下的条件:

$$v_{d1a} < 23.8$$

$$N_{d1a} > 0.0186 \times v_{d1a} + 1.594,$$

其中,当 f_1 是第一透镜单元的焦距、并且 f_2 是第二透镜单元的焦距时,满足以下的条件:

$$0.10 < |f_2/f_1| < 0.25。$$

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜,

其中,当 m_1 是第一透镜单元在广角端和望远端处沿光轴的位置之间的差、 f_1 是第一透镜单元的焦距、 f_{G1a} 是第一透镜的焦距、并且 f_w 是变焦透镜的整个系统在广角端处的焦距时,满足以下的条件:

$$m_1/f_w > 3.0$$

$$|f_{G1a}|/f_1 > 2.0。$$

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜,

其中,当 f_1 是第一透镜单元的焦距、并且 f_w 是变焦透镜的整个透镜系统在广角端处的焦距时,满足以下的条件:

$$5.0 < f_1/f_w < 10.0。$$

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,

其中,当 f_2 是第二透镜单元的焦距、并且 f_w 是变焦透镜的整个透镜系统在广角端处的焦距时,满足以下的条件:

$$-2.0 < f_2/f_w < -0.7。$$

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜,

其中,第二透镜单元包含至少一个正透镜和至少一个负透镜。

6. 根据权利要求 5 的变焦透镜,

其中,当 v_{d2a} 是第二透镜单元中的最接近物侧的正透镜的材料对 d 线的阿贝数时,满足以下的条件:

$$v_{d2a} < 19.5。$$

7. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜在固态图像拾取元件上形成图像。

8. 一种图像拾取装置,包括:

根据权利要求 1 的变焦透镜;和

接收由所述变焦透镜形成的图像的固态图像拾取元件。

变焦透镜和包括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,更特别地,涉及包括变焦透镜的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 近年来,包含固态图像拾取元件(诸如 CCD 和 CMOS)的诸如摄像机、数字静物照相机、广播照相机和监视照相机,以及使用卤化银胶片的照相机的图像拾取装置已经变得更小而功能增多了。

[0003] 因此,对于用于图像拾取装置的成像光学系统中的具有短的长度和高的分辨率的小尺寸、宽场角、高变焦比(高变倍比)变焦透镜的需求增大了。

[0004] 为了满足这种需求,提出了在物侧设置具有正折光力的透镜单元的正引导型变焦透镜。

[0005] 正引导型变焦透镜的例子是从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元的四单元变焦透镜。

[0006] 在美国专利申请公开 No. 2007/0217024 和美国专利 No. 7151638 和 7167320 中描述了具有第一透镜单元由单一的负透镜和单一的正透镜构成的简单结构的四单元变焦透镜。

[0007] 另外,在美国专利 No. 7333274 和 6867925 中描述了第一透镜单元由包含负透镜和正透镜的胶合透镜构成、并且第二透镜单元由三个负透镜和单一的正透镜构成的四单元变焦透镜。

[0008] 一般地,可以通过增大包含于变焦透镜中的各透镜单元的折光力并减少透镜的数量,在维持预定的变焦比的同时减小整个变焦透镜的尺寸。

[0009] 但是,在这种类型的变焦透镜中,随着各透镜表面的折光力的增大,透镜厚度也增大并且变得难以校正像差。

[0010] 在上述的四单元变焦透镜中,为了在维持良好的光学性能的同时实现变焦比的增大和整个透镜系统的尺寸的减小,适当地(adequately)设定各透镜单元的折光力、透镜结构和各透镜单元在变焦期间的移动条件是重要的。

[0011] 特别地,适当地设定各透镜单元在变焦期间的移动条件、第一透镜单元的折光力(焦距的倒数)和包含于第一透镜单元中的每一个透镜的结构是重要的。

[0012] 除非适当地设定上述的因素,否则在整个变焦范围上获得高的变焦比和高的光学性能是极其困难的。

发明内容

[0013] 根据本发明的一个方面的变焦透镜包括:具有正折光力的第一透镜单元;具有负折光力的第二透镜单元;具有正折光力的第三透镜单元;和具有正折光力的第四透镜单元。第一、第二、第三和第四透镜单元分别从物侧到像侧被依次布置。透镜单元之间的距离

在变焦期间改变。第一透镜单元由包含从物侧到像侧依次布置的具有负折光力的第一透镜和具有正折光力的第二透镜的胶合透镜构成。当 $Nd1a$ 和 $vd1a$ 分别是第一透镜的材料对于 d 线的折射率和阿贝 (Abbe) 数时,满足以下的条件:

$$[0014] \quad vd1a < 23.8 \quad (1)$$

$$[0015] \quad Nd1a > 0.0186 \times vd1a + 1.594 \quad (2)$$

[0016] 通过参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0017] 图 1 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的截面图。

[0018] 图 2A ~ 2C 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的像差图。

[0019] 图 3 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的截面图。

[0020] 图 4A ~ 4C 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的像差图。

[0021] 图 5 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的截面图。

[0022] 图 6A ~ 6C 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的像差图。

[0023] 图 7 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的截面图。

[0024] 图 8A ~ 8C 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的像差图。

[0025] 图 9 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。

具体实施方式

[0026] 将参照附图详细描述本发明的实施例。

[0027] 根据本发明的实施例的变焦透镜中的每一个从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元。

[0028] 在变焦期间,透镜单元移动,使得透镜单元之间的距离变化。

[0029] 根据本发明的各实施例,具有折光力的透镜单元可被设置在第一透镜单元的物侧或第四透镜单元的像侧。

[0030] 图 1 是根据第一实施例的变焦透镜系统在广角端处的截面图。图 2A ~ 2C 分别示出根据第一实施例的变焦透镜在广角端(短焦距端)、中间焦距(中间变焦位置)和望远端(长焦距端)处的像差图。

[0031] 图 3 是根据第二实施例的变焦透镜系统在广角端处的截面图。图 4A ~ 4C 分别示出根据第二实施例的变焦透镜在广角端、中间焦距和望远端处的像差图。

[0032] 图 5 是根据第三实施例的变焦透镜系统在广角端处的截面图。图 6A ~ 6C 分别示出根据第三实施例的变焦透镜在广角端、中间焦距和望远端处的像差图。

[0033] 图 7 是根据第四实施例的变焦透镜系统在广角端处的截面图。图 8A ~ 8C 分别示出根据第四实施例的变焦透镜在广角端、中间焦距和望远端处的像差图。

[0034] 图 9 是根据本发明的实施例的包含变焦透镜的照相机(图像拾取装置)的主要部分的示意图。

[0035] 根据各实施例的变焦透镜是包含于诸如摄像机或数字照相机的图像拾取装置中的成像透镜系统。在各截面图中,左侧表示物侧(前),而右侧表示像侧(后)。

[0036] 另外,在各截面中, i 表示从物侧计算的各透镜单元的序号, L_i 表示第 i 个透镜单元。

[0037] 各变焦透镜系统包含具有正折光力(光焦度=焦距的倒数)的第一透镜单元 L_1 、具有负折光力的第二透镜单元 L_2 、具有正折光力的第三透镜单元 L_3 和具有正折光力的第四透镜单元 L_4 。

[0038] SP 表示被设置在第三透镜单元 L_3 的物侧的孔径光阑。 FS 表示被设置在第三透镜单元 L_3 的像侧和 / 或第二透镜单元 L_2 的物侧的耀斑(flare)截止光阑。

[0039] G 表示与例如滤光片、面板、晶体低通滤波器和红外截止滤波器对应的光学块。

[0040] IP 表示像面。在变焦透镜被用作摄像机或数字静物照相机的成像光学系统的情况下,诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取面被定位在像面 IP 处。

[0041] 在像差图中, d 和 g 分别表示 d 线和 g 线, ΔM 和 ΔS 分别表示子午(meridional)像面和弧矢(sagittal)像面。倍率色差由 g 线表示。另外, ω 是半场角, F_{no} 是 F 数。

[0042] 在各实施例中,广角端和望远端是与变倍透镜单元(第二透镜单元)沿光轴处于机械可动范围的一端和另一端的状态对应的变焦位置。

[0043] 在各实施例中,透镜单元 $L_1 \sim L_4$ 在从广角端到望远端的变焦期间如箭头所示的那样移动。

[0044] 根据各实施例的变焦透镜是包含具有正折光力的透镜单元、具有负折光力的透镜单元、具有正折光力的透镜单元和具有正折光力的透镜单元的四单元变焦透镜。通过使用正引导型变焦方法,可以容易地实现整个系统的尺寸的减小和变焦比的增大。

[0045] 在各实施例中,在变焦期间,第一透镜单元 L_1 移动,使得第一透镜单元 L_1 在望远端处的位置比在广角端处的位置更接近物侧。因此,可以在不增大广角端处的透镜总长的情况下增大变焦比(变倍比)。

[0046] 另外,由于第一透镜单元 L_1 和第二透镜单元 L_2 在场角大的广角端处被移动得相互更加接近,因此,可以防止前面的透镜的直径的增大。具有相对大的透镜直径的第一透镜单元 L_1 中所包括的第一透镜 G_{11} 由高折射率、高色散(dispersion)材料制成,使得可减小场角,并且可减小整体尺寸。

[0047] 在各实施例中,在具有正折光力的第一透镜单元 L_1 中包含具有负折光力的第一透镜 G_{11} ,并且,第一透镜 G_{11} 由满足以下给出的条件式(1)和(2)的高折射率、高色散的材料制成。因此,第一透镜 G_{11} 的材料和与第一透镜 G_{11} 接合的具有正折光力的第二透镜 G_{12} 的材料之间的阿贝数的差异增大,并且,第一透镜单元 L_1 的总厚度减小。

[0048] 因此,可减小前面的透镜和光阑 SP 之间的距离、以及前面的透镜的直径。结果,可以容易地减小整个系统的尺寸。

[0049] 现在将描述各实施例的透镜结构的特性。在图 1 所示的第一实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一透镜单元 L_1 向像侧移动,并然后向物侧移动。换句话说,第一透镜单元 L_1 沿朝像侧凸起的轨迹(即沿朝像侧凸起的曲线)移动。

[0050] 第二透镜单元 L_2 也沿朝像侧凸起的轨迹移动。第三透镜单元 L_3 也沿朝像侧凸起的轨迹移动。第四透镜单元 L_4 沿朝物侧凸起的轨迹(沿朝物侧凸起的曲线)移动,使得在变焦期间导致的像面的位置的变化可得到补偿。

[0051] 此时,透镜单元移动,使得望远端处的第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离比广角端处的大,望远端处的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的距离比广角端处的小,并且,望远端处的第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的距离比广角端处的大。

[0052] 孔径光阑 SP 和耀斑截止光阑 FS 在变焦期间与第三透镜单元 L3 一起移动。

[0053] 各实施例的变焦透镜是通过沿光轴(在光轴方向上)移动第四透镜单元 L4 执行聚焦的后焦点型变焦透镜。

[0054] 实线曲线 4a 和虚线曲线 4b 分别表示移动第四透镜单元 L4 以补偿在无限远处物体和近距离物体对焦的情况下的变焦期间的像面变化所沿的轨迹。

[0055] 因此,第四透镜单元 L4 沿朝物侧凸起的轨迹移动。因此,可有效使用第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的空气间隙、并可有效减小透镜总长。

[0056] 通过如箭头 4c 所示的那样向前移动第四透镜单元 L4,执行望远端处的从无限远处物体到近距离物体的聚焦。

[0057] 在图 3 所示的第二实施例中,透镜单元、孔径光阑 SP 和耀斑截止光阑 FS 在变焦和聚焦期间的移动轨迹与第一实施例中的类似。

[0058] 在图 5 所示的第三实施例中,第一透镜单元 L1、第二透镜单元 L2 和第四透镜单元 L4 在变焦和聚焦期间的移动轨迹与第一实施例中的类似。

[0059] 第三透镜单元 L3 在从广角端向望远端的变焦期间向物侧移动。

[0060] 此时,透镜单元移动,使得望远端处的第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离比广角端处的大,望远端处的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的距离比广角端处的小,并且,望远端处的第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的距离比广角端处的大。

[0061] 孔径光阑 SP 在从广角端到望远端的变焦期间与透镜单元无关地向物侧移动。

[0062] 耀斑截止光阑 FS 在变焦期间与第三透镜单元 L3 或第二透镜单元 L2 一起移动。

[0063] 在图 7 所示的第四实施例中,透镜单元、孔径光阑 SP 和耀斑截止光阑 FS 在变焦和聚焦期间的移动轨迹与第三实施例中的类似。

[0064] 在各实施例中,第一透镜单元 L1 由包含从物侧到像侧依次布置的具有负折光力的第一透镜 G11 和具有正折光力的第二透镜 G12 的胶合透镜构成。

[0065] 当 N_{d1a} 和 v_{d1a} 分别是第一透镜 G11 的材料对于 d 线的折射率和阿贝数时,满足以下的条件:

$$[0066] \quad v_{d1a} < 23.8 \quad (1)$$

$$[0067] \quad N_{d1a} > 0.0186 \times v_{d1a} + 1.594 \quad (2)$$

[0068] 下面将描述条件式 (1) 和 (2) 中的每一个的技术意思。

[0069] 条件式 (1) 和 (2) 涉及包含于第一透镜单元 L1 中的具有负折光力的第一透镜 G11 的材料的折射率 N_{d1a} 和阿贝数 v_{d1a} 之间的关系。

[0070] 如果阿贝数 v_{d1a} 比由条件式 (1) 表示的范围的上限大,那么第一透镜 G11 的材料和与第一透镜 G11 接合的第二透镜 G12 的材料之间的阿贝数的差异减小。因此,如果第一透镜单元 L1 的焦度 (power) 维持恒定,那么第一透镜 G11 和第二透镜 G12 中的每一个的焦度和各透镜表面的曲率增大。

[0071] 在这种情况下,在第一透镜单元 L1 处出现的球面像差和轴向色差过度增大,并且,球面像差和轴向色差不能在第一透镜单元 L1 处被充分校正。另外,由于各透镜表面的曲率增大,因此,第一透镜单元 L1 的透镜厚度也增大,并且透镜总长因此增大。另外,前面的透镜的直径也增大。作为结果,变得难以减小整个系统的尺寸。

[0072] 如果折射率 Nd1a 比由条件式 (2) 表示的范围的下限低,那么第一透镜 G11 的透镜表面的曲率增大,并且,在第一透镜单元 L1 处出现的球面像差和轴向色差过度增大。作为结果,球面像差和轴向色差不能在第一透镜单元 L1 处被充分校正。

[0073] 另外,由于第一透镜 G11 的各透镜表面的曲率增大,因此,第一透镜单元 L1 的透镜厚度增大,并且透镜总长因此增大。另外,前面的透镜的直径也增大。作为结果,变得难以减小整个系统的尺寸。

[0074] 如上所述,根据各实施例,可以提供在从广角端到望远端的整个变焦范围上具有高的性能的小的变焦透镜。

[0075] 特别地,高折射率、高色散的材料被有效用于获得具有高的变焦比(高的变倍比)和高的光学性能的小的宽场角变焦透镜。

[0076] 一般地,在第一透镜单元 L1 处出现的像差量与通过将像差量乘以整个透镜系统中的第二透镜单元和以后的(following)透镜单元的横向放大倍数的积获得的值对应。

[0077] 因此,如果第一透镜单元 L1 处的残余像差大,那么,特别是在高变焦比(高变倍比)变焦透镜中,在望远端处在整个透镜系统中出现大的像差量。因此,耀斑、分辨率降低和色溢(color bleed)将增大,并且图像质量将劣化。

[0078] 在各实施例中,可满足以下提供的条件中的至少一个。

[0079] 在以下给出的表达式中, $m1$ 是第一透镜单元 L1 在广角端和望远端处沿光轴的位置之间的差。另外, $f1$ 和 $f2$ 分别是第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的焦距、 $fG1a$ 是第一透镜 G11 的焦距,并且 f_w 是整个系统在广角端处的焦距。

[0080] 第二透镜单元 L2 包含至少一个正透镜和至少一个负透镜。

[0081] 这里, $vd2a$ 是第二透镜单元 L2 中的最接近物侧的正透镜的材料对 d 线的阿贝数。

[0082] 这里,可满足以下条件中的一个或更多个:

$$[0083] \quad m1/f_w > 3.0 \quad (3)$$

$$[0084] \quad |fG1a|/f1 > 2.0 \quad (4)$$

$$[0085] \quad 5.0 < f1/f_w < 10.0 \quad (5)$$

$$[0086] \quad 0.10 < |f2/f1| < 0.25 \quad (6)$$

$$[0087] \quad -2.0 < f2/f_w < -0.7 \quad (7)$$

$$[0088] \quad vd2a < 19.5 \quad (8)$$

[0089] 条件式 (3) 涉及第一透镜单元 L1 在望远端处的位置相对于其在广角端处的位置的位移。

[0090] 如果条件式 (3) 的值比其下限小,那么第一透镜单元 L1 在变焦期间的移动量是小的。因此,要增大第一透镜单元 L1 的折光力,以获得高的变焦比。结果,在第一透镜单元 L1 处出现的球面像差和轴向色差过度增大,并且,球面像差和轴向色差不能在第一透镜单元 L1 处被充分校正。

[0091] 另外,由于第一透镜 G11 的透镜表面的曲率增大,因此,第一透镜单元 L1 的透镜厚

度也增大并且透镜总长因此增大。另外,前面的透镜的直径也增大。作为结果,变得难以减小整个系统的尺寸。

[0092] 条件式 (4) 涉及包含于第一透镜单元 L1 中的具有负折光力的第一透镜 G11 的焦距。

[0093] 如果条件式 (4) 的值小于其下限,那么,当第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 维持恒定时,第一透镜 G11 和第二透镜 G12 中的每一个的焦距增大。因此,第一透镜 G11 的焦距 f_{G1a} 减小,并且,条件式的值因此减小。在这种情况下,第一透镜单元 L1 的厚度增大,并且变得难以减小整个系统的尺寸。

[0094] 条件式 (5) 涉及第一透镜单元 L1 的焦距,并且表示用于通过将第一透镜单元 L1 的折光力设为适当的值、以平衡的方式实现整个光学系统的尺寸的减小以及光学性能的提高的条件。

[0095] 如果第一透镜单元 L1 的折光力太强、并且条件式 (5) 的值比其下限小,那么在第一透镜单元 L1 处出现的球面像差和轴向色差增大。因此,不能获得足够的成像性能。

[0096] 当第一透镜单元 L1 的折光力太弱、并且条件式 (5) 的值比其上限大时,可以可靠地校正像差。但是,用于获得希望的变焦比的第一透镜单元 L1 的移动量增大。因此,透镜总长和前面的透镜的直径增大。

[0097] 条件式 (6) 涉及第二透镜单元 L2 的折光力和第一透镜单元 L1 的折光力之间的比。

[0098] 如果条件式 (6) 的值比其下限小,那么第二透镜单元 L2 的负折光力是弱的。因此,要增大第二透镜单元 L2 和第一透镜单元 L1 之间以及第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的空气间隙的变化量以获得希望的变焦比。结果,光学系统的尺寸增大。

[0099] 如果条件式 (6) 的值比其上限大,那么第二透镜单元 L2 的负折光力太强。因此,变得难以利用少量的透镜校正在第二透镜单元 L2 处出现的像差。因此,透镜总长增大。

[0100] 另外,为了获得高的变焦比,要增大第二透镜单元 L2 或第三透镜单元 L3 的移动量。因此,变得难以减小整个系统的尺寸。

[0101] 条件式 (7) 涉及第二透镜单元 L2 的焦距和广角端处的整个系统的焦距之间的比。通过适当地设定第二透镜单元 L2 的焦距,可以在维持良好的光学性能的同时减小整个透镜系统的尺寸。

[0102] 当条件式 (7) 的值比其下限时,第二透镜单元 L2 的负折光力太弱。因此,要增大第二透镜单元 L2 和第一透镜单元 L1 之间以及第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的空气间隙的变化量,以执行希望的变焦动作。结果,光学系统的尺寸增大。

[0103] 当条件式 (7) 的值比其上限大时,第二透镜单元 L2 的负折光力太强。因此,变得难以利用少量的透镜校正在第二透镜单元 L2 处出现的像差。

[0104] 条件式 (8) 涉及第二透镜单元 L2 中的最接近物侧的正透镜的材料对于 d 线的阿贝数。

[0105] 在各实施例中,第二透镜单元 L2 中的最接近物侧的正透镜由高色散的材料制成,使得在该正透镜和第一透镜单元 L1 处出现的像差相互抵消。因此,可以有效地减少彗形像差。

[0106] 如果正透镜的材料的色散是低的、并且条件式 (8) 的值比其下限小,那么变得难

以充分校正第一透镜单元 L1 处残留的轴向色差。

[0107] 在本发明的各实施例中,条件式 (1) ~ (8) 的数值或数值范围可被设定如下:

$$[0108] \quad vd1a < 23.5 \quad (1a)$$

$$[0109] \quad Nd1a > 0.0186 \times vd1a + 1.614 \quad (2a)$$

$$[0110] \quad ml/fw > 3.2 \quad (3a)$$

$$[0111] \quad |fG1a|/f1 > 2.5 \quad (4a)$$

$$[0112] \quad 6.0 < f1/fw < 9.5 \quad (5a)$$

$$[0113] \quad 0.13 < |f2/f1| < 0.22 \quad (6a)$$

$$[0114] \quad -1.80 < f2/fw < -1.00 \quad (7a)$$

$$[0115] \quad vd2a < 19.0 \quad (8a)$$

[0116] 在各实施例的变焦透镜中,可以通过对于广角端处的残留畸变执行已知的电像差校正,更加可靠地校正广角端处的畸变。在这种情况下,可以在整个变焦范围上获得更高的光学性能。

[0117] 另外,还可通过对于残留二次光谱执行电像差校正,更加可靠地校正二次光谱。在这种情况下,可以在整个变焦范围上获得更高的光学性能。

[0118] 现在将描述与本发明的第一到第四实施例对应的第一到第四数值例。在各数值例中, i 表示从物侧算起的各表面的序号。另外, r_i 表示从物侧算起的第 i 个透镜表面的曲率半径, d_i 表示从物侧算起的第 i 个透镜表面的透镜厚度和空气距离, nd_i 和 vd_i 分别表示从物侧算起的第 i 个透镜的材料对于 d 线的折射率和阿贝数。以下给出的表 1 表示上述的条件式和数值例之间的关系。

[0119] 当光轴是 X 轴时,与光轴垂直的轴是 H 轴,光行进的方向是正方向, R 是旁轴曲率半径, K 是圆锥常数, A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 和 A_{12} 是非球面系数,非球面形状由下式表达:

$$[0120] \quad X = \frac{(1/R) H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) (H/R)^2}} + A_4 \times H^4 + A_6 \times H^6 + A_8 \times H^8 + A_{10} \times H^{10} + A_{12} \times H^{12}$$

[0121] 在非球面系数的值中,例如“ e^{-Z} ”意味着“ 10^{-Z} ”。在各数值例中,最后的两个表面是诸如滤光器和面板的光学块的表面。

[0122] 另外, BF 是后焦距即最后的透镜表面和旁轴像面之间的等效空气距离。透镜总长是第一透镜表面和最后的透镜表面之间的距离和后焦距 BF 的和。对于非球面的表面号添加符号 ‘*’。

[0123] 第一数值例

[0124] 表面数据

	表面号	r	d	nd	vd
[0125]	1	22.970	1.20	2.14352	17.8
	2	19.412	3.98	1.77250	49.6

	3	66.573	(可变)		
	4	33.962	0.95	1.88300	40.8
	5	7.406	3.30		
	6	42.340	0.90	1.88300	40.8
	7	10.414	2.70		
	8	-32.227	0.80	1.80400	46.6
	9	267.592	0.20		
	10	18.171	1.80	1.94595	18.0
	11	229.649	(可变)		
	12 (光阑)	∞	0.8		
	13*	9.011	2.20	1.57135	53.0
[0126]	14*	-23.535	0.20		
	15	8.050	2.40	1.48749	70.2
	16	34.497	0.70	2.00069	25.5
	17	6.391	1.46		
	18	-23.580	1.20	1.48749	70.2
	19	-8.935	0.5		
	20 (耀斑截止光阑)	∞	(可变)		
	21	13.392	2.00	1.48749	70.2
	22	109.205	(可变)		
	23	∞	1.10	1.51633	64.1
	24	∞	(可变)		
	像面	∞			
[0127]	非球面数据				
[0128]	第 13 表面				
[0129]	K = 1.67568e+000 A4 = -6.15320e-004 A6 = -1.43803e-005				
[0130]	A8 = -1.12883e-006				
[0131]	第 14 表面				
[0132]	K = 8.33449e+000 A4 = 4.65523e-005 A6 = -1.10901e-005				
[0133]	A8 = -7.15697e-007				

	变焦比	4.80		
		广角	中间	望远
	焦距	5.31	11.01	25.47
	F 数	2.88	3.8	5.14
	场角	41.22	22.89	10.34
	像高	4.65	4.65	4.65
	透镜总长	54.16	54.92	75.18
[0134]	BF	9.76	13.75	12.25
	d 3	0.3	5.25	16.24
	d11	15.98	5.88	2.79
	d12	0.8	0.8	0.8
	d19	0.5	0.5	0.5
	d20	0.84	2.76	16.61
	d22	7.83	11.82	10.32
	d24	1.2	1.2	1.2
[0135]	变焦透镜单元数据			
		单元号	前表面	焦距
		1	1	48.22
[0136]		2	4	-7.42
		3	13	14.38
		4	21	31.1
[0137]	第二数值例			
[0138]	表面数据			

表面号	r	d	nd	vd
1	22.811	1.20	2.14352	23.0
2	19.270	4.01	1.77250	49.6
3	66.677	(可变)		
4	34.364	0.95	1.88300	40.8
5	7.406	3.30		
6	42.340	0.90	1.88300	40.8
7	10.360	2.70		
8	-32.418	0.80	1.80400	46.6
9	216.555	0.20		
10	18.190	1.80	1.94595	18.0
11	258.918	(可变)		
12 (光阑)	∞	0.8		
[0139] 13*	9.022	2.20	1.57135	53.0
14*	-23.672	0.20		
15	7.989	2.40	1.48749	70.2
16	34.505	0.70	2.00069	25.5
17	6.376	1.46		
18	-23.541	1.20	1.48749	70.2
19	-8.880	0.5		
20 (耀斑截止光阑)	∞	(可变)		
21	13.348	2.00	1.48749	70.2
22	112.180	(可变)		
23	∞	1.10	1.51633	64.1
24	∞	0.60		
25	∞	(可变)		
像面	∞			
[0140]	非球面数据			
[0141]	第 13 表面			
[0142]	K = 1.71688e+000	A4 = -6.19283e-004	A6 = -1.41082e-005	

[0143] $A8 = -1.16883e-006$

[0144] 第 14 表面

[0145] $K = 8.22852e+000$ $A4 = 4.71779e-005$ $A6 = -1.11150e-005$

[0146] $A8 = -7.17419e-007$

变焦比	4.80		
	广角	中间	望远
焦距	5.3	11.01	25.46
F 数	2.88	3.8	5.15
场角	41.24	22.89	10.35
像高	4.65	4.65	4.65
透镜总长	54.02	54.79	75.06
BF	9.75	13.75	12.11

[0147]

d 3	0.3	5.17	16.05
d11	15.82	5.78	2.79
d12	0.8	0.8	0.8
d19	0.5	0.5	0.5
d20	0.83	2.77	16.79
d22	7.8	11.8	10.17
d25	0.62	0.62	0.62

[0148] 变焦透镜单元数据

	单元号	前表面	焦距
[0149]	1	1	47.66
	2	4	-7.36
[0150]	3	13	14.35
	4	21	30.88

[0151] 第三数值例

[0152] 表面数据

表面号	r	d	nd	vd
1*	26.829	1.00	2.19000	16.0
2	22.252	4.53	1.71300	53.9
3	-948.707	2.80		
4	70.168	(可变)		
5	-1254.050	0.80	1.88300	40.8
6	7.695	3.05		
7	-62.590	0.70	1.60311	60.6
8	13.672	0.50		
9	11.219	1.60	1.92286	18.9
10	28.193	(可变)		
[0153] 11 (光阑)	∞	(可变)		
12*	8.626	3.00	1.58313	59.4
13	-29.774	2.05		
14	19.457	0.70	1.92286	18.9
15	8.169	1.20		
16	-23.656	1.80	1.77250	49.6
17	-13.258	0.7		
18 (耀斑截止光阑)	∞	(可变)		
19	12.626	2.90	1.48749	70.2
20	-63.100	(可变)		
21	∞	0.80	1.51633	64.1
22	∞	(可变)		
[0154]		像面	∞	
[0155]	非球面数据			
[0156]	第 1 表面			
[0157]	$K = -5.42742e-002$	$A4 = -6.04082e-007$	$A6 = -5.34409e-009$	
[0158]	$A8 = -8.39208e-011$	$A10 = 5.68373e-013$		
[0159]	第 12 表面			
[0160]	$K = -7.57884e-001$	$A4 = -1.58211e-004$	$A6 = 9.41708e-007$	
[0161]	$A8 = 1.79919e-007$	$A10 = -3.02779e-008$	$A12 = 1.09413e-009$	

	变焦比	9.55		
		广角	中间	望远
	焦距	6.24	21.22	59.61
	F 数	2.62	3.32	4.47
	场角	29.76	9.55	3.43
	像高	3.57	3.57	3.57
	透镜总长	58.56	63.4	79.08
[0162]	BF	9.79	15.46	8.04
	d 4	0.14	10.62	20.84
	d10	12.71	1.35	1.15
	d11	6.67	2.48	0.63
	d17	0.06	0.06	0.06
	d18	2.56	6.81	21.74
	d20	8.79	14.47	7.04
	d22	0.47	0.47	0.47

[0163] 变焦透镜单元数据

	单元号	前表面	焦距
	1	1	41.59
[0164]	2	5	-8.47
	3	12	17.31
	4	19	21.86

[0165] 第四数值例

[0166] 表面数据

表面号	r	d	nd	vd
1*	25.539	0.93	1.94500	17.0
2	20.112	4.60	1.71300	53.9
3	762.482	2.80		
4	70.168	(可变)		
5	-1289.834	0.80	1.88300	40.8
6	7.383	3.05		
7	-61.871	0.70	1.60311	60.6
8	13.630	0.50		
9	11.219	1.60	1.92286	18.9
[0167] 10	28.193	(可变)		
11 (光阑)	∞	(可变)		
12*	8.564	3.00	1.58313	59.4
13	-29.086	2.05		
14	18.675	0.70	1.92286	18.9
15	8.227	1.20		
16	-22.646	1.80	1.77250	49.6
17	-13.233	0.13		
18 (耀斑截止光阑)	∞	(可变)		
19	11.714	2.90	1.48749	70.2
20	-934.940	(可变)		
21	∞	0.80	1.51633	64.1
22	∞	(可变)		
像面	∞			
[0169]	非球面数据			
[0170]	第 1 表面			
[0171]	$K = 6.70164e-002$	$A4 = -1.70749e-006$	$A6 = -1.06262e-008$	
[0172]	$A8 = -6.47799e-011$	$A10 = 5.68373e-013$		
[0173]	第 12 表面			
[0174]	$K = -7.78289e-001$	$A4 = -1.57665e-004$	$A6 = 1.34233e-006$	
[0175]	$A8 = 6.78631e-008$	$A10 = -2.39089e-008$	$A12 = 1.09413e-009$	

	变焦比	9.44		
		广角	中间	望远
	焦距	6.25	20.35	58.99
	F 数	2.61	3.38	4.44
	场角	29.75	9.95	3.46
	像高	3.57	3.57	3.57
	透镜总长	57.12	63.56	77.41
[0176]	BF	10.09	14.69	8.42
	d 4	0.15	10.26	19.9
	d10	12.11	2.75	1.17
	d11	6.59	2.4	0.55
	d17	0.13	0.13	0.13
	d18	1.43	6.71	20.61
	d20	9.11	13.71	7.44
	d22	0.45	0.45	0.45

[0177] 变焦透镜单元数据

	透镜单元	前表面	焦距
	1	1	40.3
[0178]	2	5	-8.12
	3	12	16.76
	4	19	23.76

[0179] 表 1

[0180]

条件式		第 1 实施例	第 2 实施例	第 3 实施例	第 4 实施例
(1)	$vd1a$	17.8	23.0	16.0	17.0
(2)	$Nd1a$	2.144	2.144	2.190	1.945
	$0.0186 \times vd1a + 1.594$	1.925	2.022	1.892	1.910
(3)	$m1/fw$	3.96	3.97	3.29	3.25
(4)	$ fG1a /f1$	2.77	2.78	2.99	2.71
(5)	$f1/fw$	9.08	8.99	6.67	6.45
(6)	$ f2/f1 $	0.15	0.15	0.20	0.20
(7)	$f2/fw$	-1.39	-1.36	-1.30	-1.40
(8)	$vd2a$	17.98	17.98	18.9	18.9

[0181] 虽然以上描述了本发明的实施例,但是,本发明当然不限于这些实施例,并且,在本发明的范围内,各种修改是可能的。

[0182] 以下,将参照图 9 描述包含根据上述的实施例中的至少一个的变焦透镜作为成像光学系统的数字静物照相机。

[0183] 参照图 9,照相机体 20 包括包含根据第一到第四实施例中的至少一个的变焦透镜的成像光学系统 21。在照相机体 20 中设置用于接收通过成像光学系统 21 形成的对象图像的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像拾取元件(光电转换元件)22。存储器 23 记录与经受由固态图像拾取元件 22 执行的光电转换的对象图像对应的信息。取景器 24 由例如液晶显示面板等形成,并且允许用户观察在图像拾取元件 22 上形成的对象图像。

[0184] 当在诸如数字静物照相机、摄像机、电子静物照相机、广播照相机、监视照相机或使用卤化银胶片的照相机的图像拾取装置中包括根据本发明的至少一个实施例的变焦透镜时,可以获得提供高的光学性能的小的图像拾取装置。

[0185] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,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这些变更方式和等同的结构和功能。

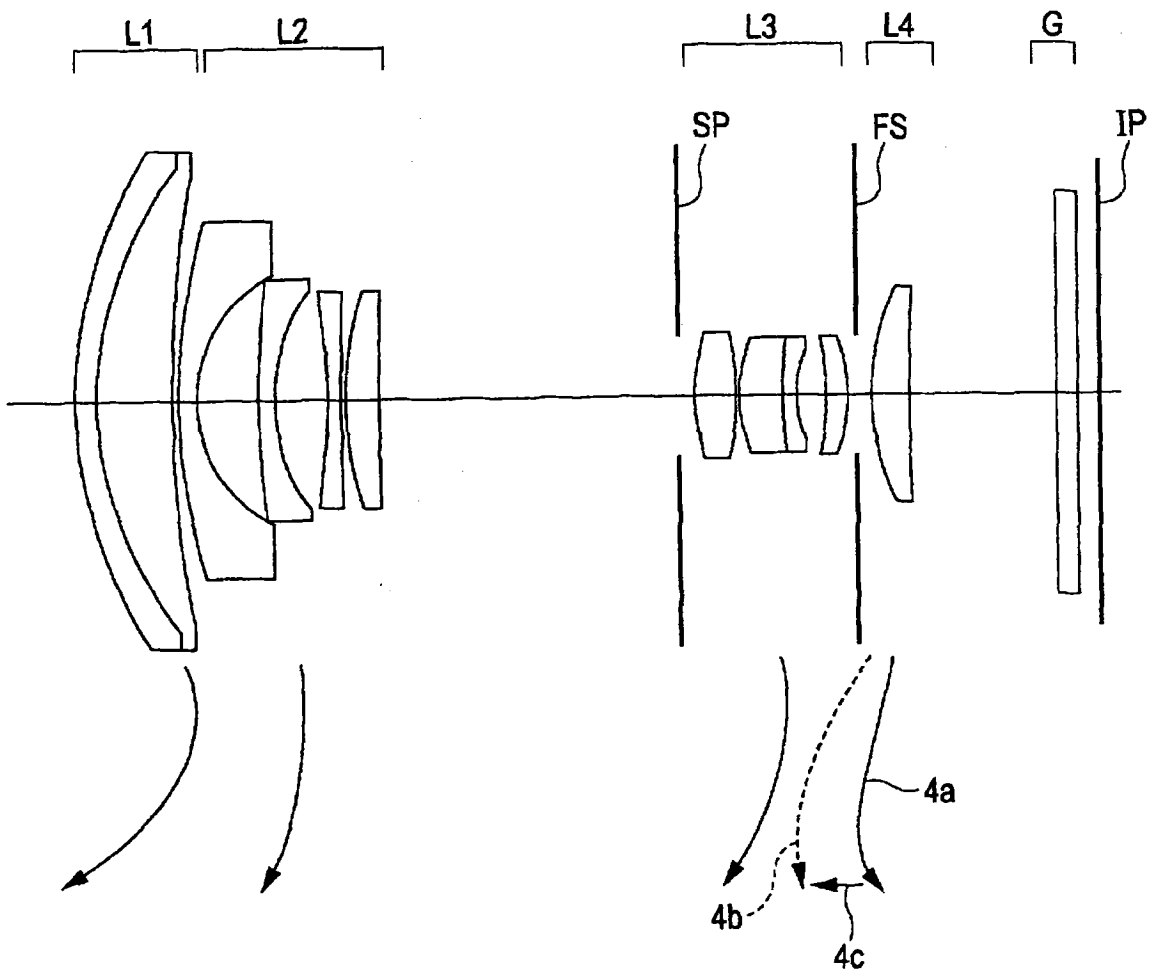


图 1

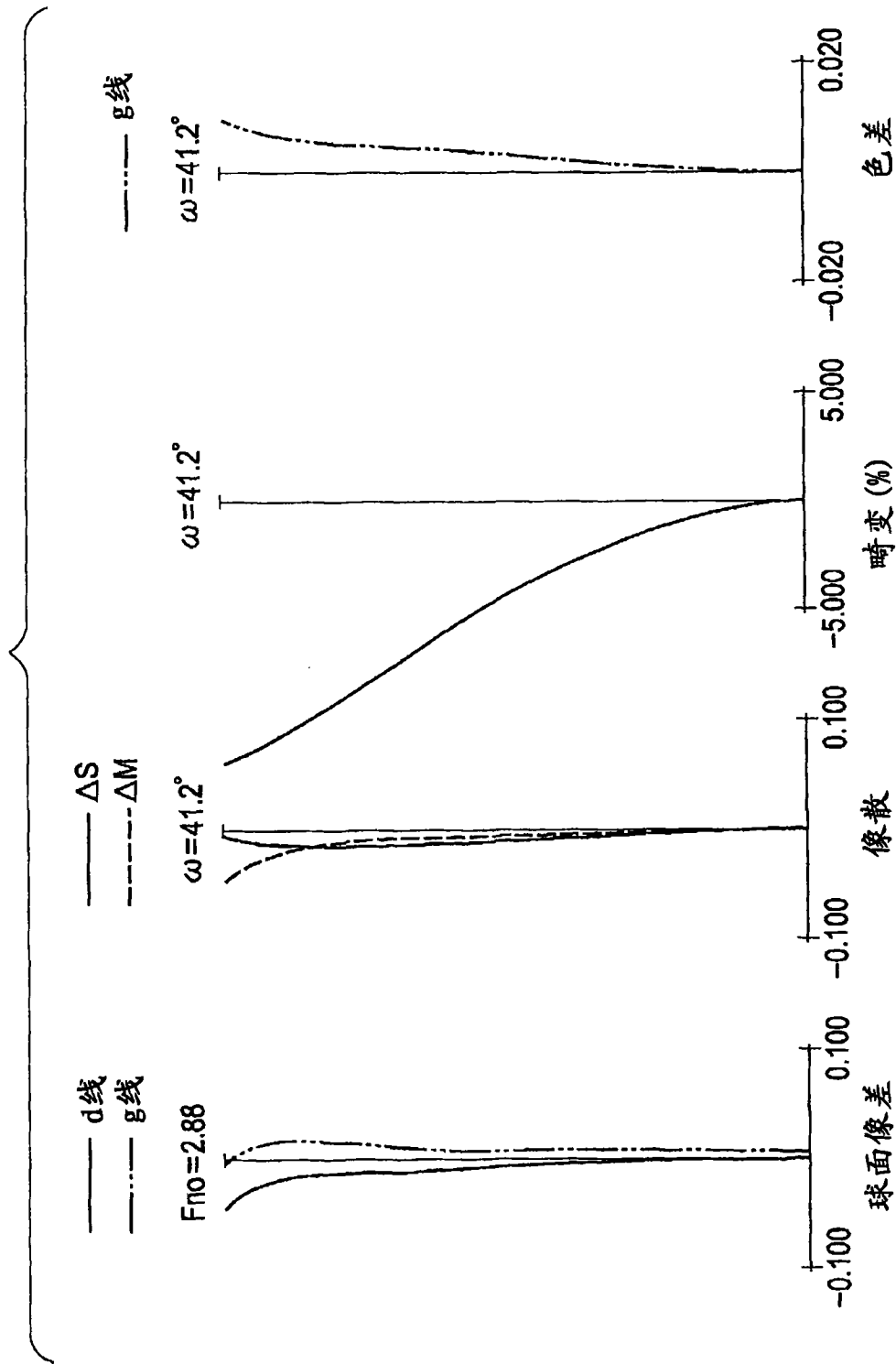


图 2A

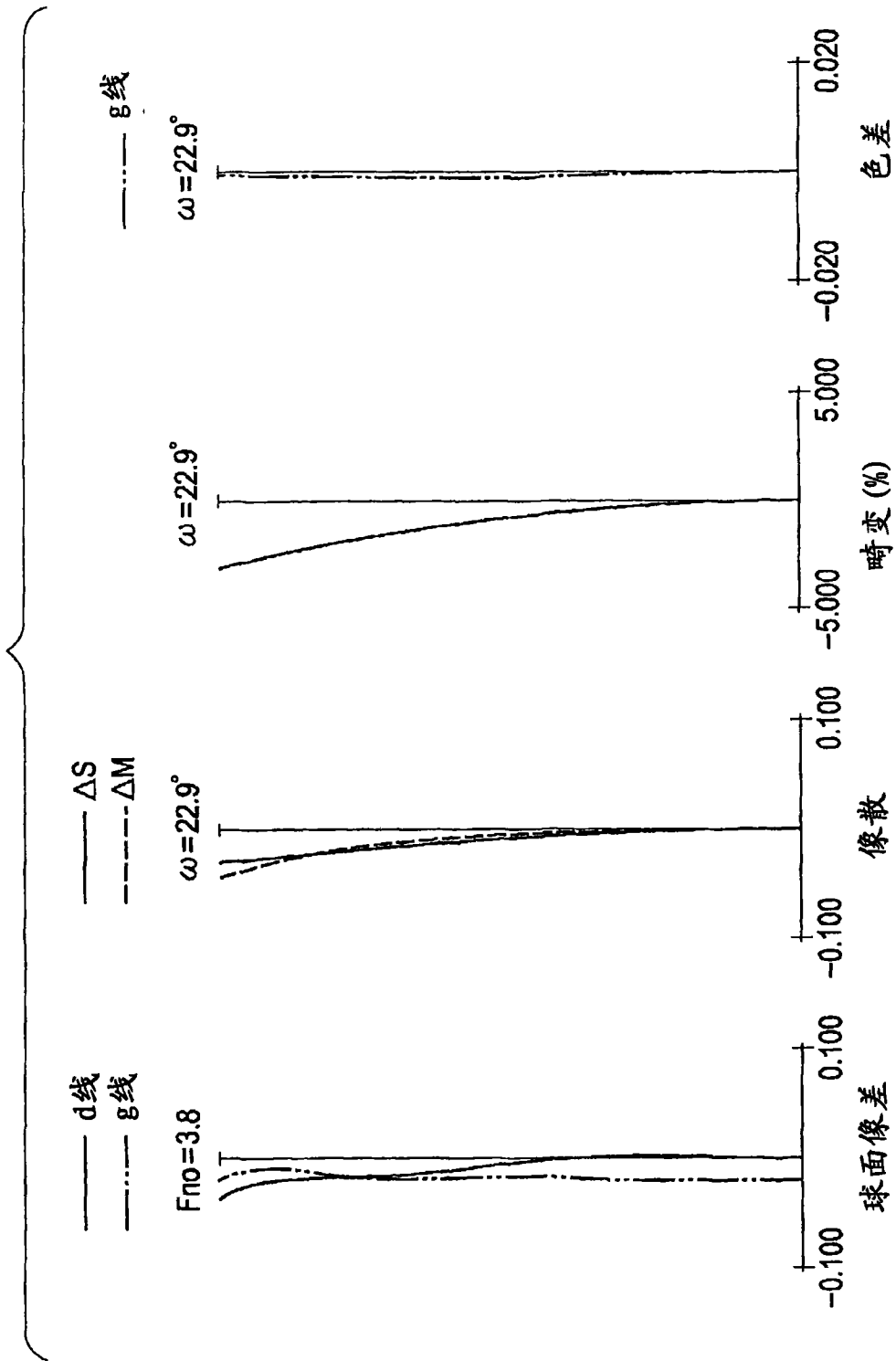


图 2B

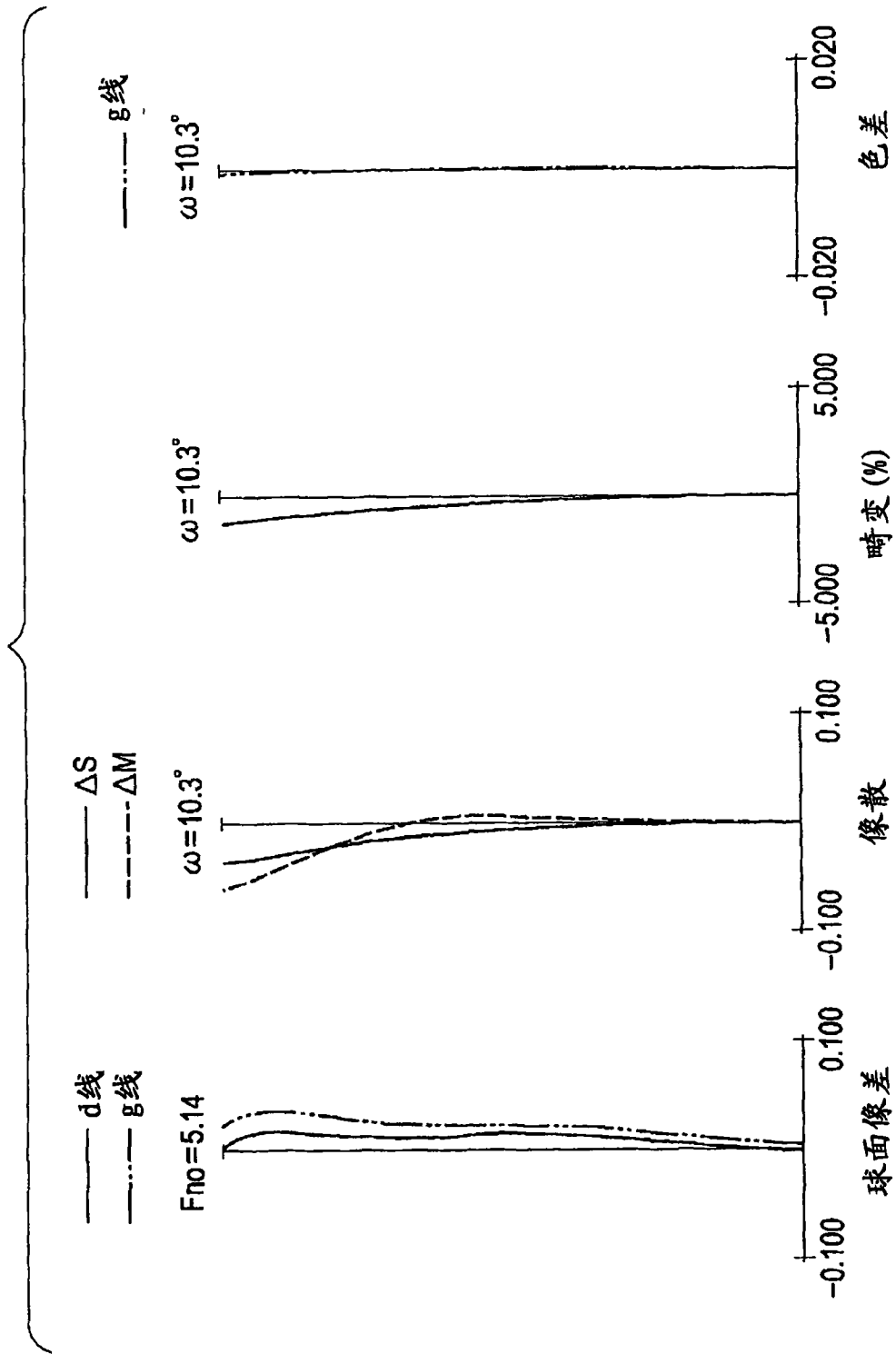


图 2C

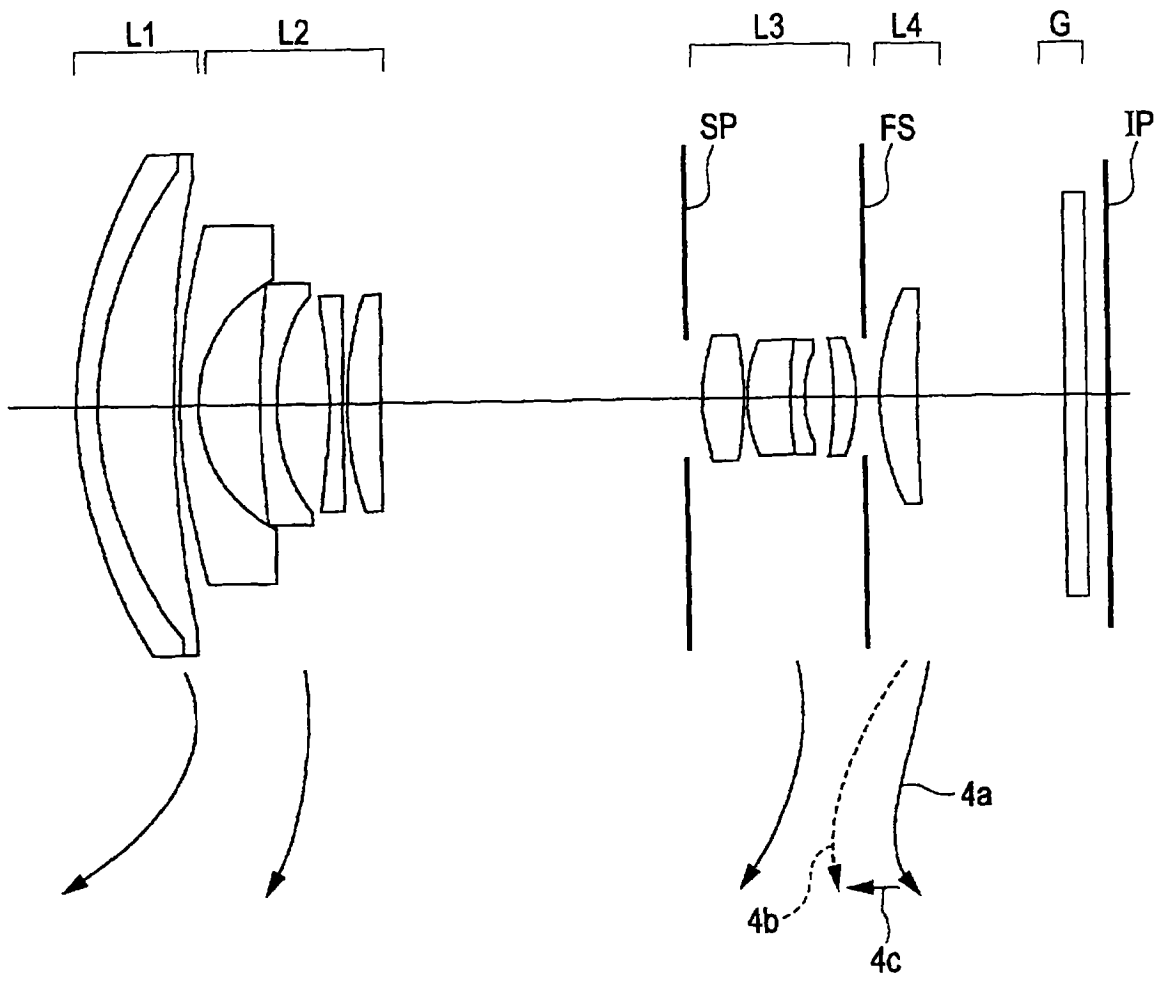


图 3

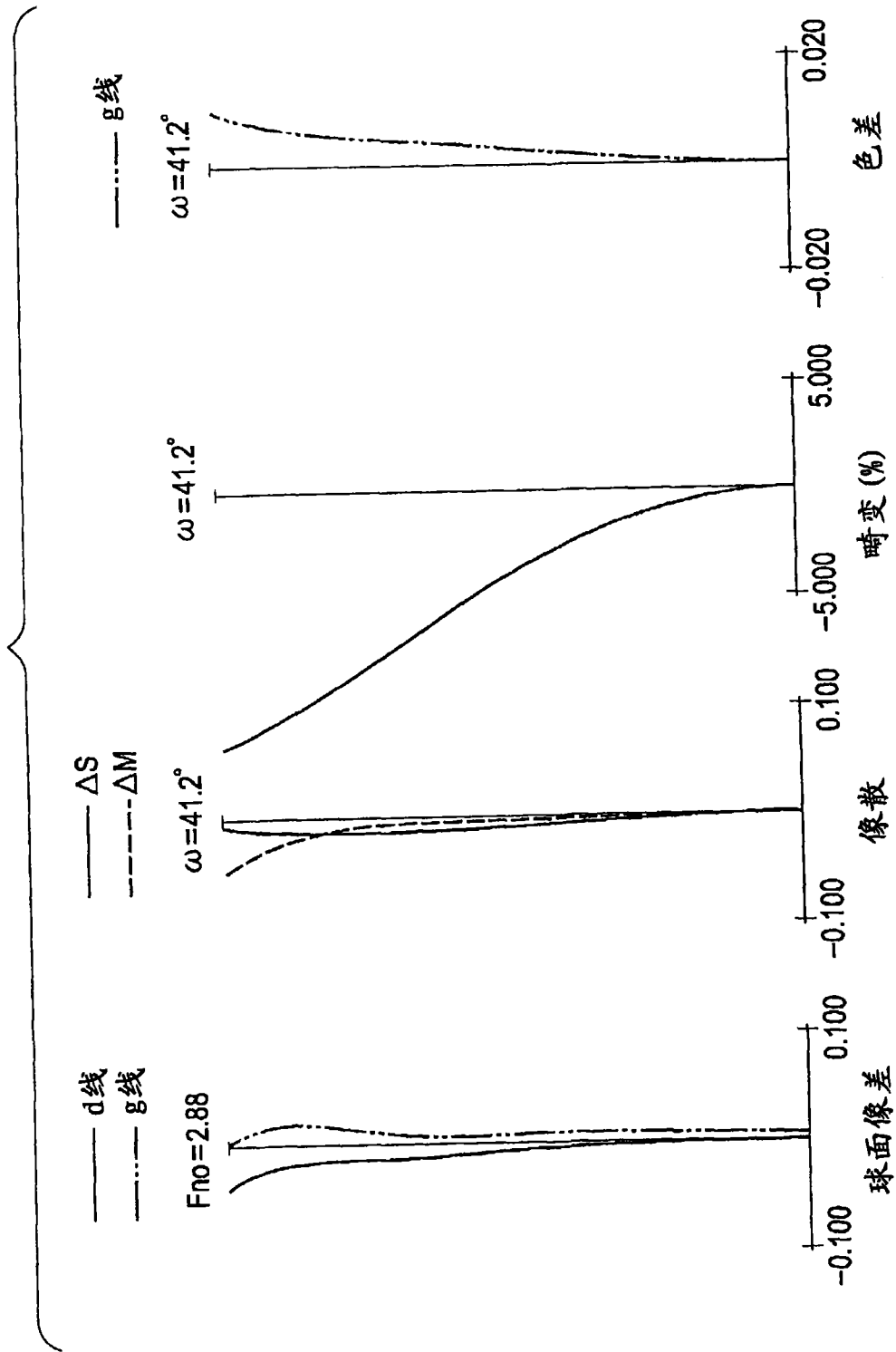


图 4A

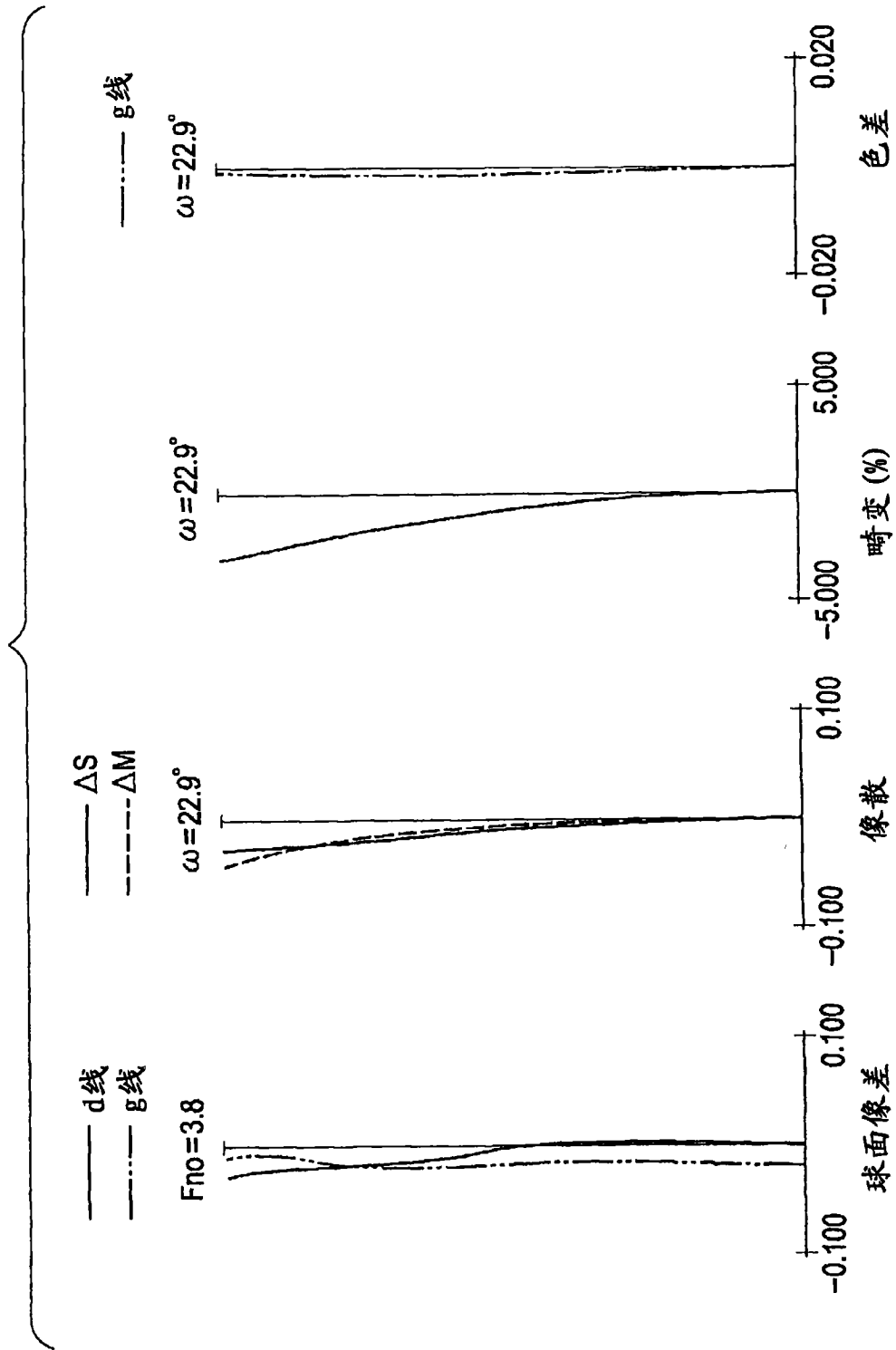


图 4B

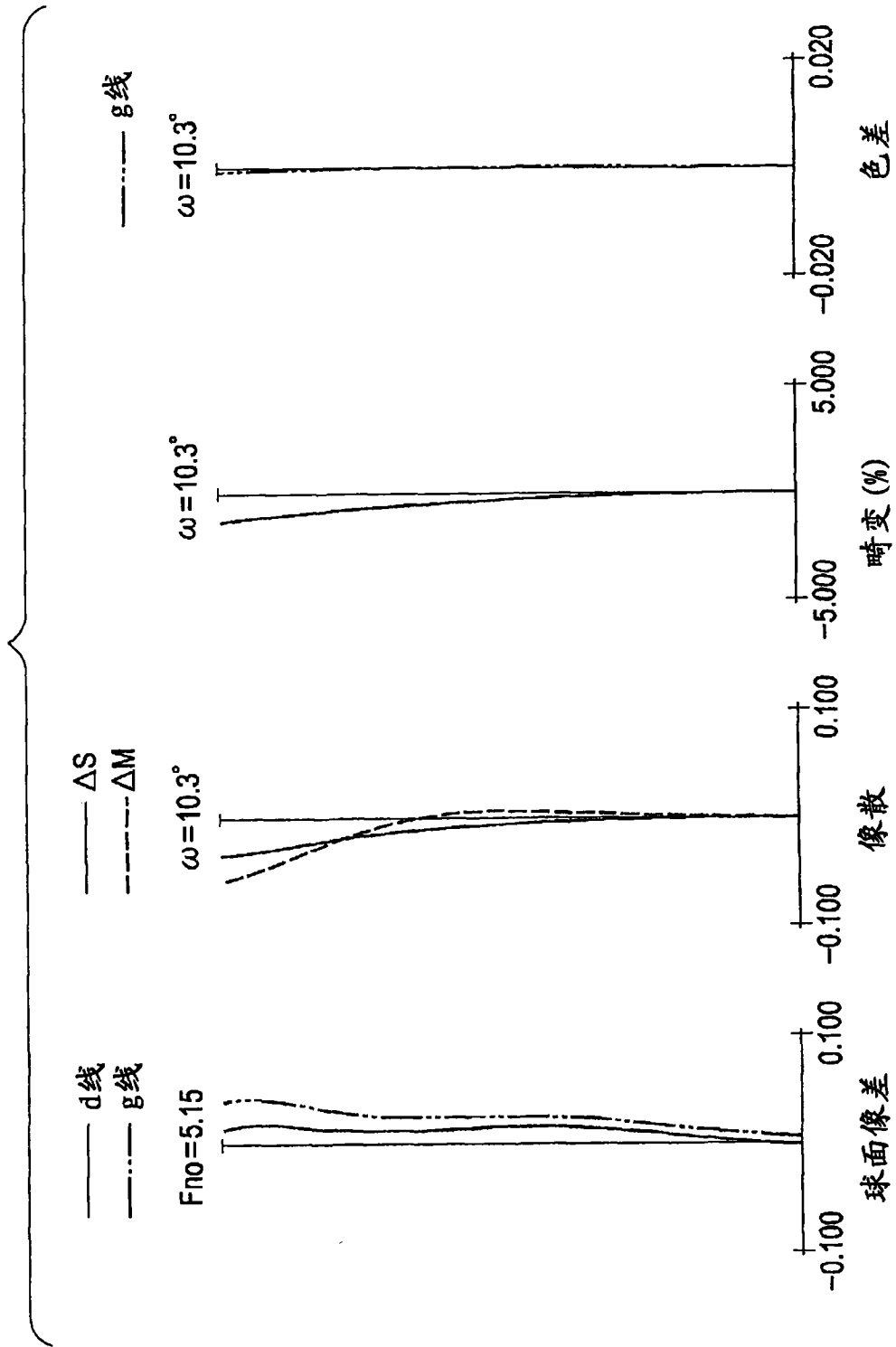


图 4C

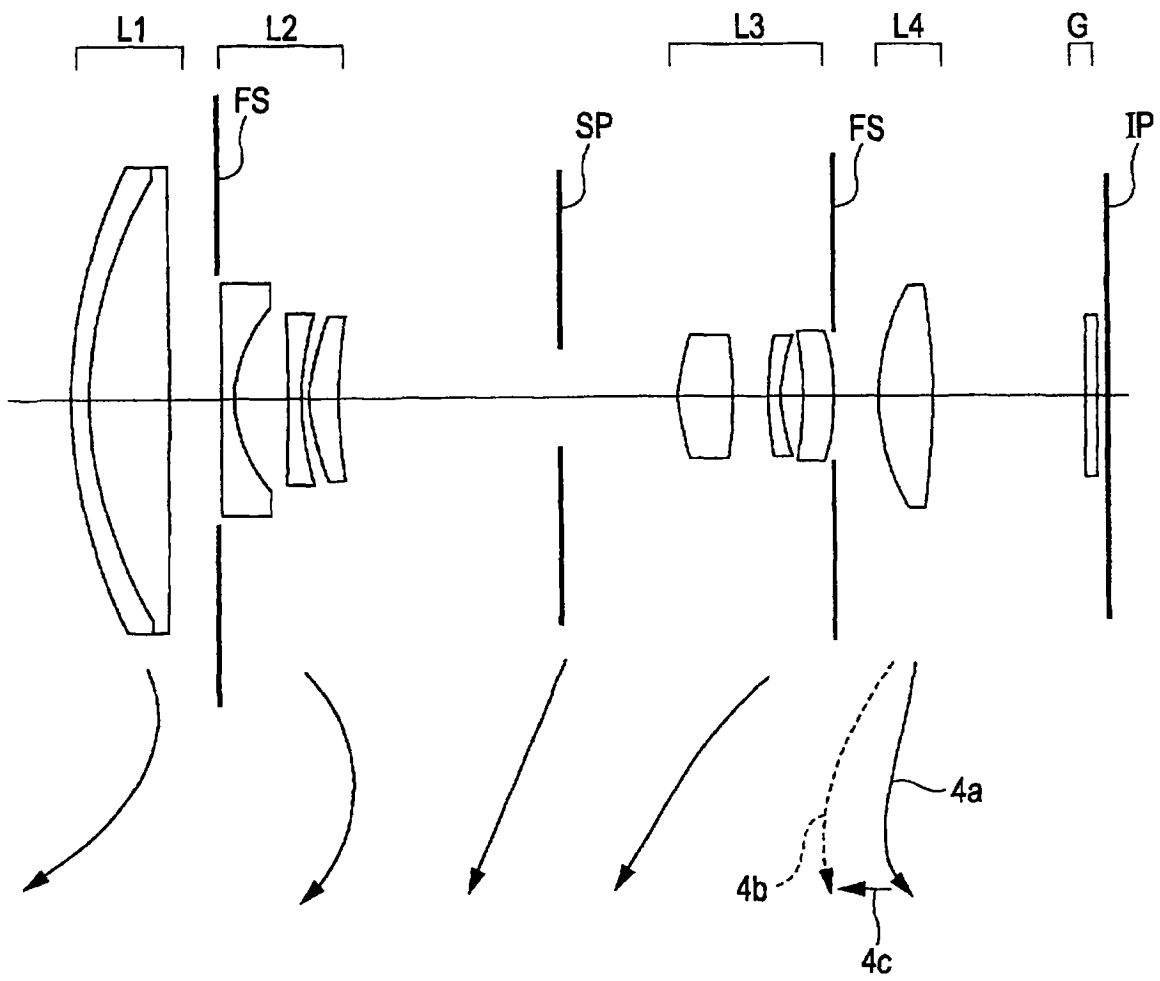


图 5

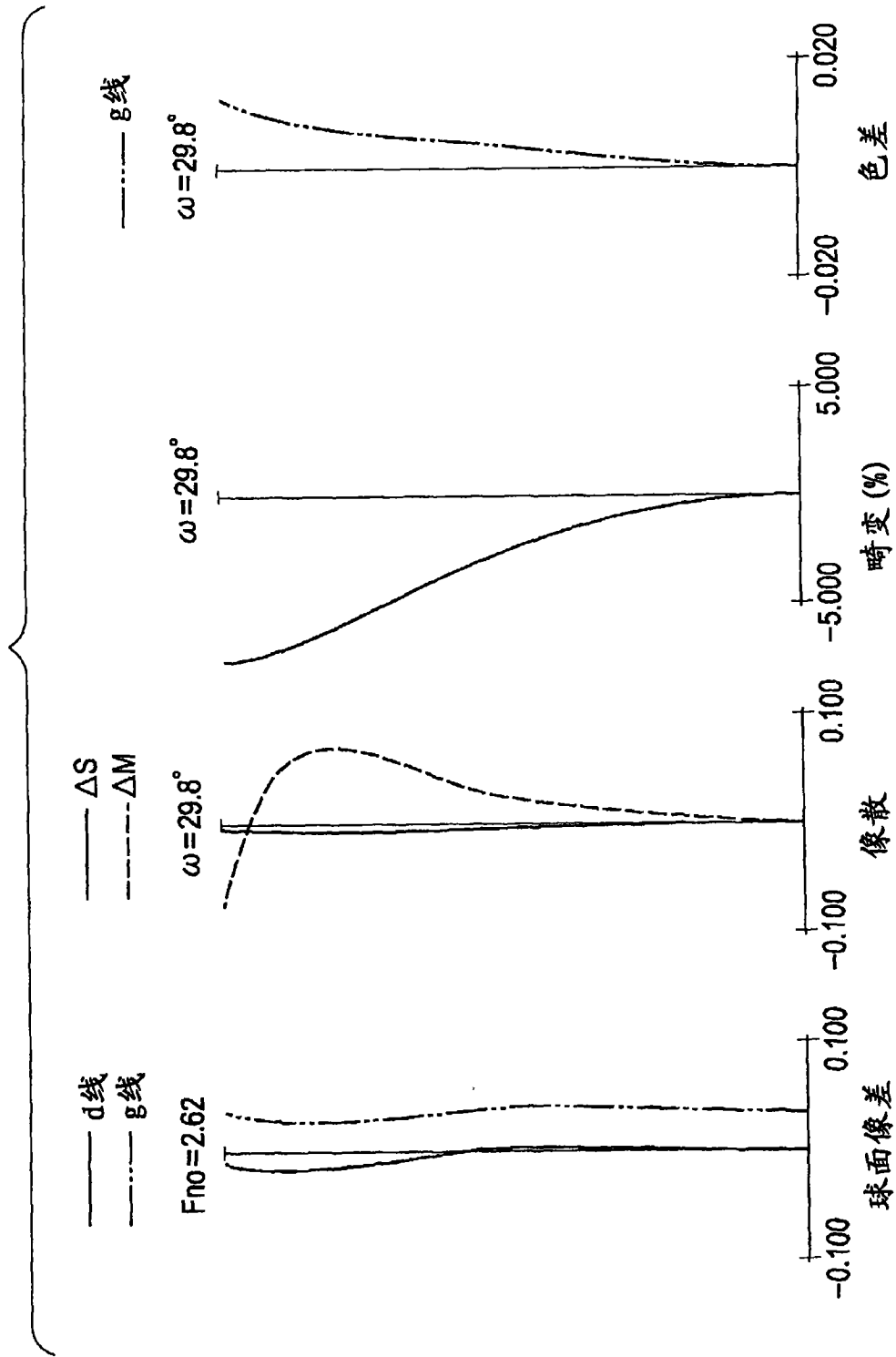


图 6A

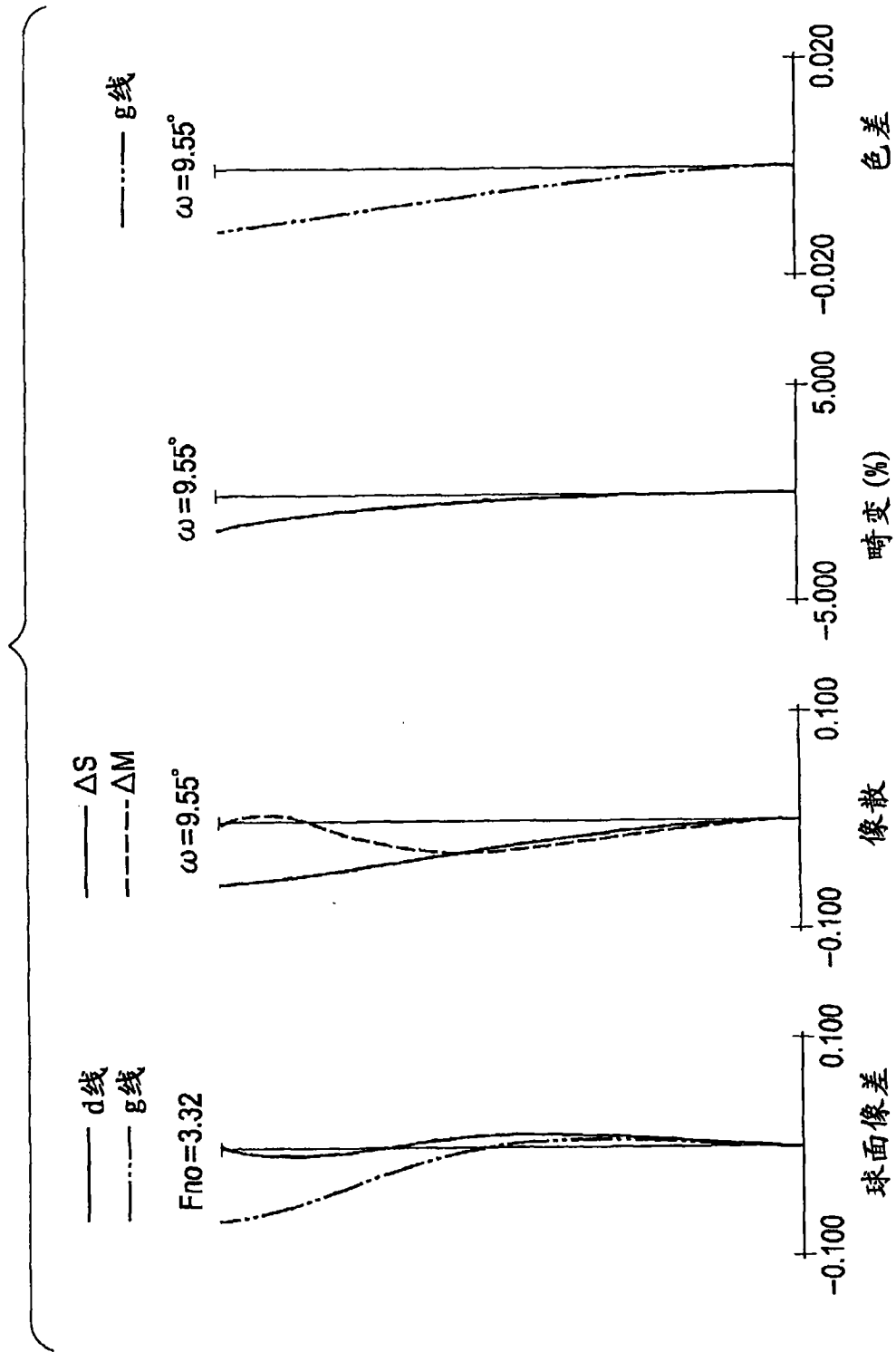


图 6B

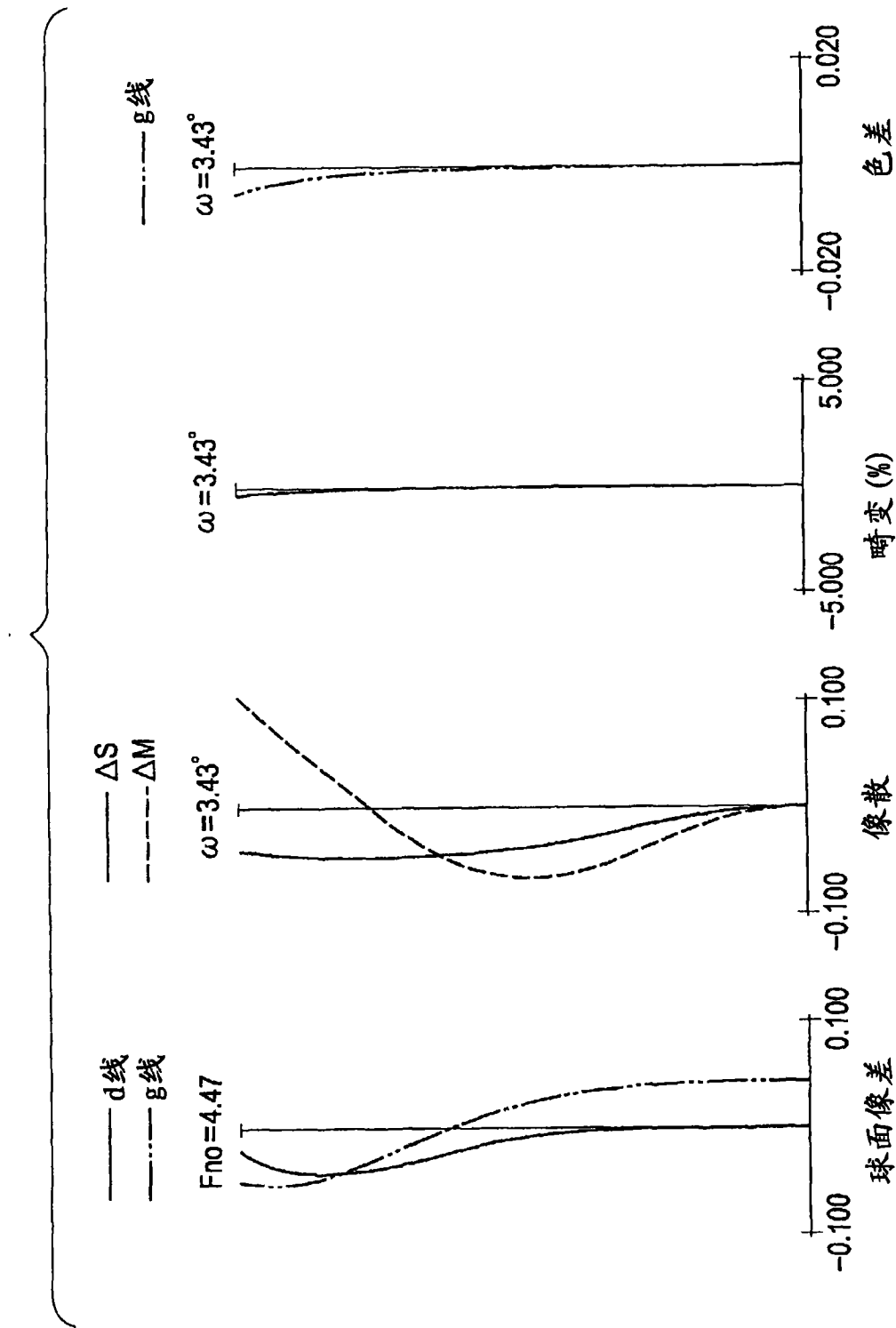


图 6C

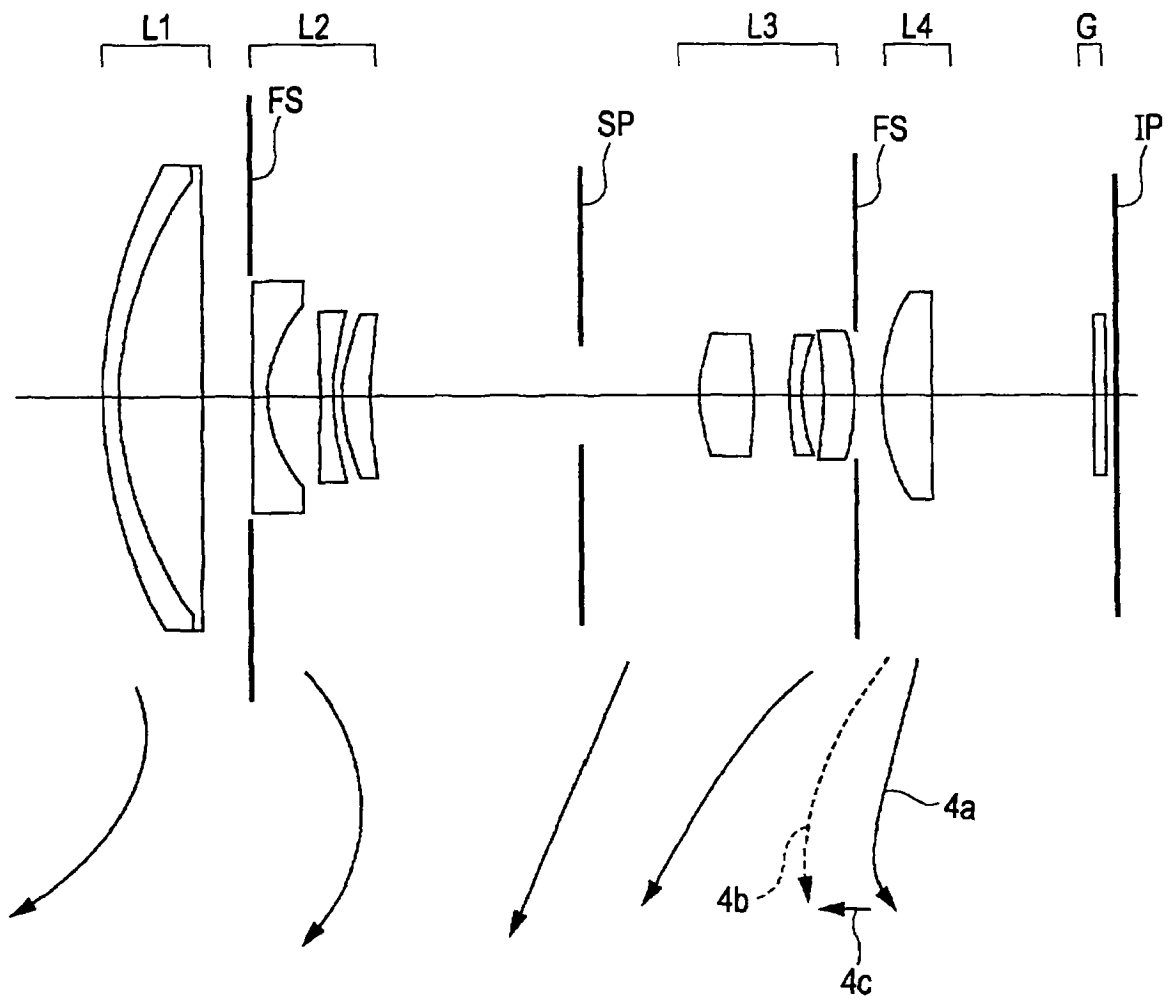


图 7

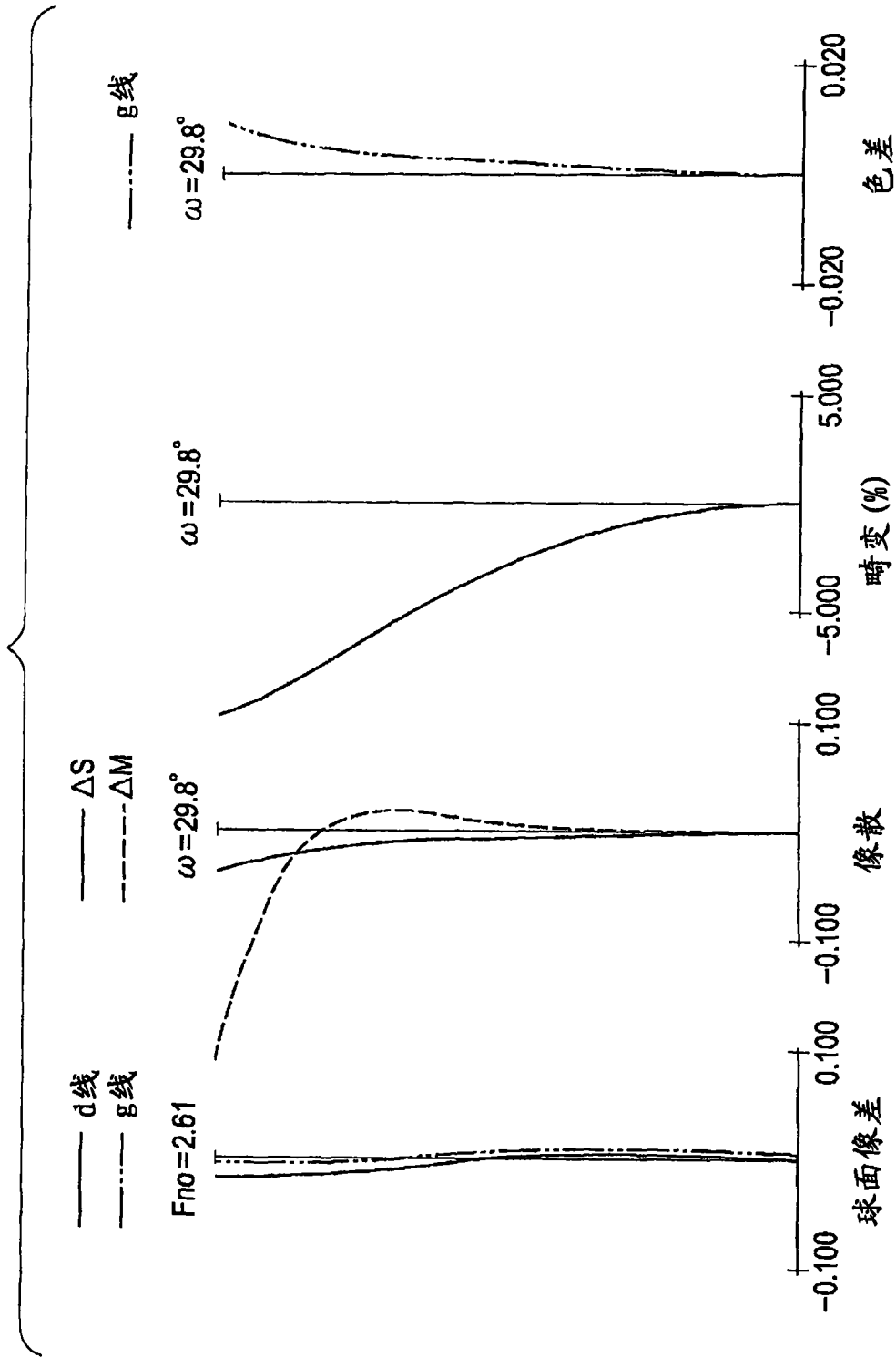


图 8A

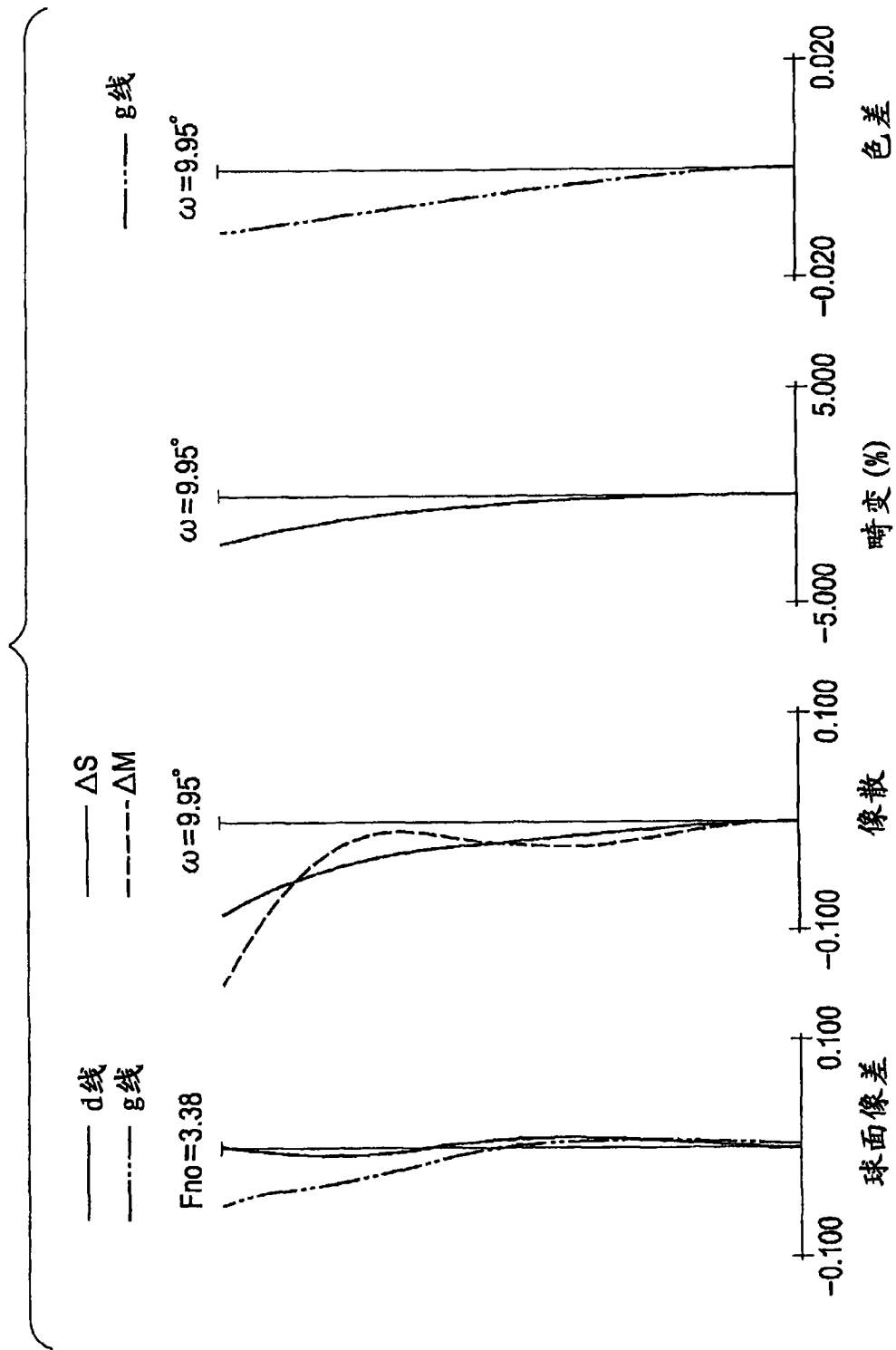


图 8B

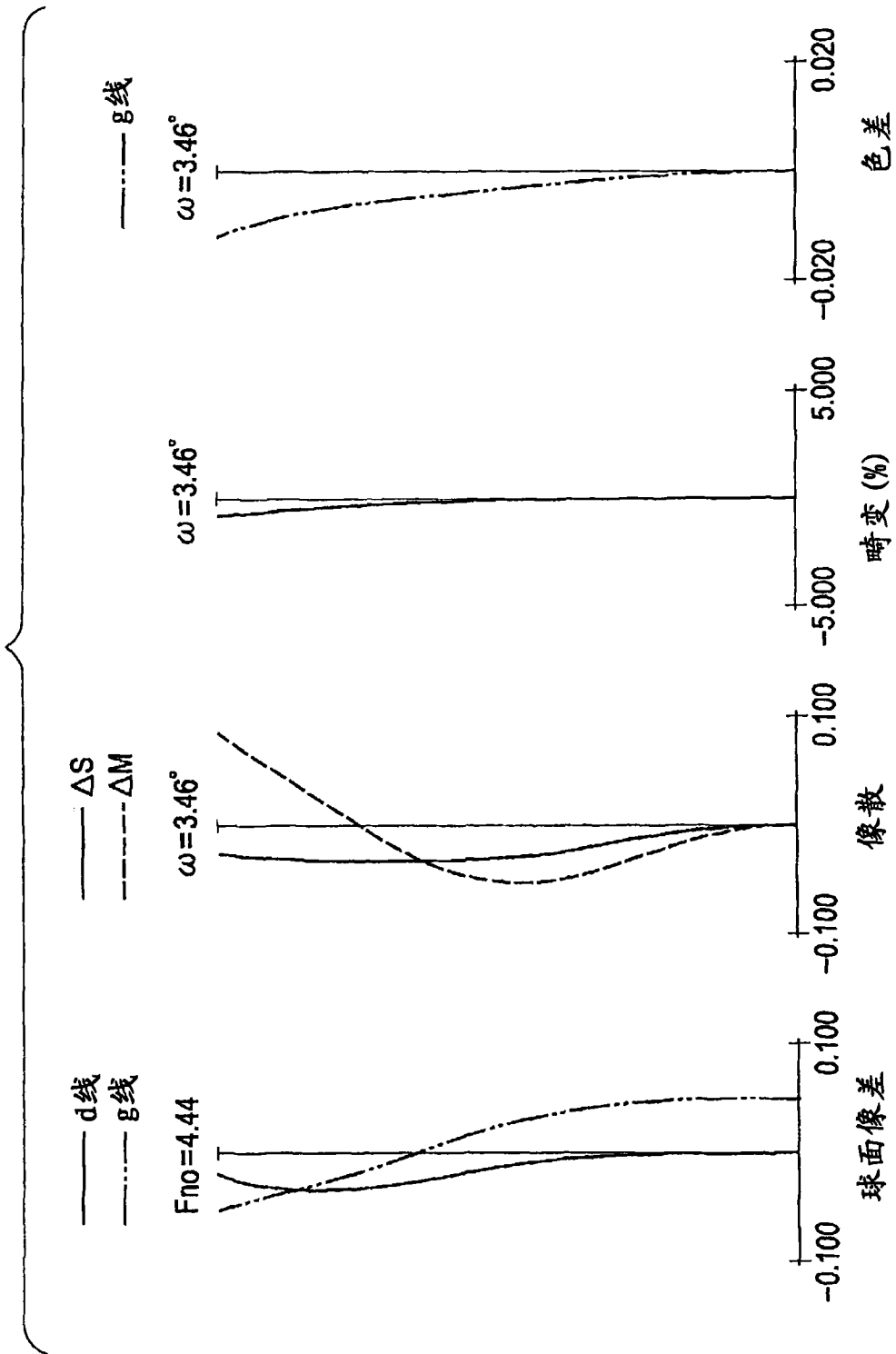


图 8C

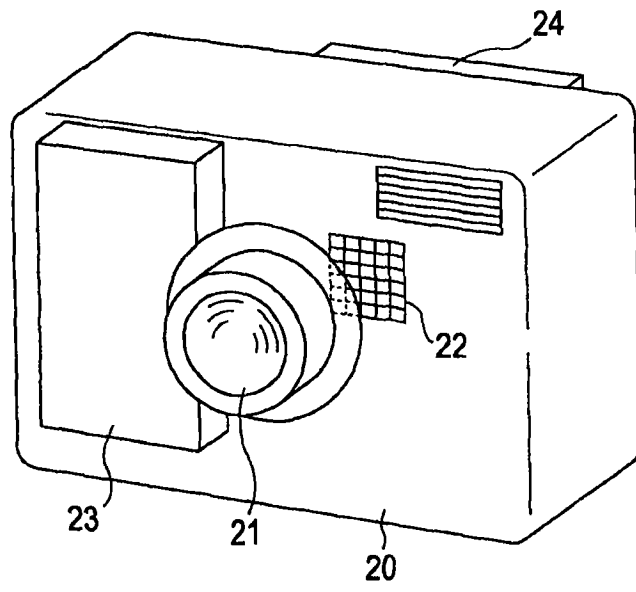


图 9