

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101750719 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 29

(21) 申请号 200910225837. 5

审查员 彭志红

(22) 申请日 2009. 11. 30

(30) 优先权数据

2008-308437 2008. 12. 03 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 木村友纪

(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 杨国权

(51) Int. Cl.

G02B 15/16 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

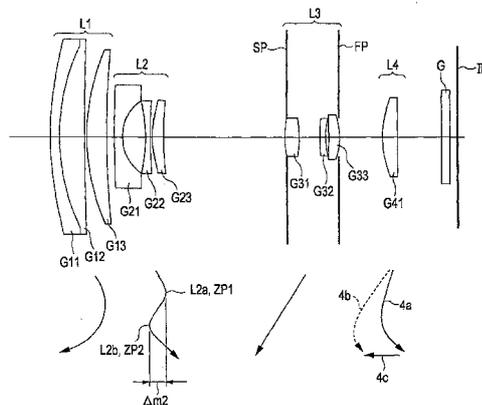
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 29 页

(54) 发明名称

变焦透镜以及包括所述变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明涉及一种变焦透镜以及包括所述变焦透镜的图像拾取装置。该变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括第一至第四透镜单元。所述第一、第三和第四透镜单元具有正折光力。所述第二透镜单元具有负折光力。在从广角端到望远端的变焦期间,所述第一透镜单元沿着朝向像侧凸起的轨迹移动,所述第二透镜单元从广角端到中间变焦位置沿着朝向像侧凸起的轨迹并且从中间变焦位置到望远端沿着朝向物侧凸起的轨迹移动,并且所述第三透镜单元移动,以使得在望远端距所述第二透镜单元的距离小于在广角端距所述第二透镜单元的距离。所述第一透镜单元和整个透镜系统在望远端的焦距被适当地设置。



1. 一种变焦透镜,包括:

第一透镜单元,其具有正折光力;

第二透镜单元,其具有负折光力;

第三透镜单元,其具有正折光力;以及

第四透镜单元,其具有正折光力,

其中,所述第一透镜单元、第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元是按从物侧到像侧的顺序而分别布置的,

其中,在从广角端到望远端的变焦期间,所述第一透镜单元沿着朝向像侧凸起的轨迹移动,所述第二透镜单元在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中沿着朝向像侧凸起的轨迹移动并且在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中沿着朝向物侧凸起的轨迹移动,以及所述第三透镜单元进行移动,以使得在望远端所述第三透镜单元与所述第二透镜单元之间的距离小于在广角端所述第三透镜单元与所述第二透镜单元之间的距离,并且

其中,当在望远端所述变焦透镜的整个透镜系统的焦距是 f_t 并且所述第一透镜单元的焦距是 f_1 时,满足以下条件:

$$0.3 < f_1/f_t < 1.1.$$

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,当在广角端所述变焦透镜的整个系统的焦距是 f_w 并且所述第二透镜单元的焦距是 f_2 时,满足以下条件:

$$-1.8 < f_2/f_w < -1.0.$$

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,当 m_2 和 m_3 分别是所述第二透镜单元和所述第三透镜单元在广角端与望远端之间沿着光轴的位移时,满足以下条件:

$$0 \leq |m_2/m_3| < 1.7.$$

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,当 Δm_2 是所述第二透镜单元在光轴上的位置之间的距离时,满足以下条件,其中所述位置对应于在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元进行移动所沿着的轨迹中朝向像侧凸起的轨迹的顶点以及朝向物侧凸起的轨迹的顶点:

$$0.01 < |\Delta m_2/f_2| < 0.50,$$

其中 f_2 是所述第二透镜单元的焦距。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述第二透镜单元按从物侧到像侧的顺序包括多个负透镜以及一个或多个正透镜。

6. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述第三透镜单元包括一个或多个正透镜组件以及一个或多个负透镜组件。

7. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述第三透镜单元包括具有非球面表面的正透镜。

8. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,当 β_{2w} 和 β_{2t} 分别是所述第二透镜单元在广角端和望远端的横向倍率以及 β_{3w} 和 β_{3t} 分别是所述第三透镜单元在广角端和望远端的横向倍率时,满足以下条件:

$$7.0 < (\beta_{2t} \cdot \beta_{3t}) / (\beta_{2w} \cdot \beta_{3w}) < 15.0.$$

9. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,当在广角端所述变焦透镜的整个系统的焦距是 f_w 并且所述第三透镜单元的焦距是 f_3 时,满足以下条件:

$$0.5 < f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.1。$$

10. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述第二透镜单元包括具有非球面表面的负透镜。

11. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述第三透镜单元按从物侧到像侧的顺序包括正透镜、负透镜和正透镜,并且当 d_{3a} 是在所述第三透镜单元中在物侧布置的正透镜与所述第三透镜单元中的负透镜之间的空气间隙, d_3 是所述第三透镜单元中第一透镜表面与最后透镜表面之间的长度时,满足以下条件:

$$0.25 < d_{3a} / d_3 < 0.5。$$

12. 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。

13. 一种图像拾取装置,包括:

根据权利要求 1 的变焦透镜;以及

固态图像拾取元件,其接收由所述变焦透镜所形成的图像。

变焦透镜以及包括所述变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦透镜以及一种包括所述变焦透镜的图像拾取装置。本发明例如适用于图像拾取装置,例如包括固态图像拾取元件的摄像机、电子静态相机、广播相机或监控相机、或卤化银胶片相机。

背景技术

[0002] 近来,图像拾取装置已经变得更小,并且带有增加的功能性。相应地,对于用于图像拾取装置的成像光学系统的具有短长度和高分辨率的小型、高变焦比(高倍率变化比)变焦透镜的需求已经增加。

[0003] 为了顺应这种需求,已经提出了后对焦变焦透镜,其通过移动除了在物侧部署的第一透镜单元之外的透镜单元来执行聚焦。

[0004] 在后对焦变焦透镜中,与第一透镜单元在进行聚焦期间移动的变焦透镜中的有效直径相比,第一透镜单元的有效直径通常是小的。因此,可以容易地减小整个透镜系统的尺寸。

[0005] 此外,可以容易地执行微距成像操作,并且由于移动小型、轻型透镜单元,因此可以减小所需的驱动力。因此,可以执行快速聚焦。

[0006] 四单元变焦透镜包括四个透镜单元,它们是按从物侧到像侧的顺序而布置的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以及具有正折光力的第四透镜单元,该四单元变焦透镜被认为是后对焦变焦透镜。

[0007] 在四单元变焦透镜中,通过移动第二透镜单元来执行变焦,并且通过移动第四透镜单元来执行在进行变焦期间产生的像面变化的补偿和聚焦(见美国专利 No. 5, 963, 378 和 No. 6, 166, 864)。

[0008] 此外,还已知的是通过移动每一透镜单元执行变焦并且通过移动第四透镜单元执行聚焦的变焦透镜(见美国专利 No. 7, 190, 529 和日本专利特开 No. 2007-212537)。

[0009] 此外,美国专利 No. 7, 206, 137 描述了一种四单元变焦透镜或五单元变焦透镜,其包括按从物侧到像侧的顺序而被布置的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、以及具有正折光力的第四透镜单元。这种变焦透镜通过移动第一透镜单元至第四透镜单元执行变焦,并且通过移动第四透镜单元执行聚焦。

[0010] 在根据美国专利 No. 7, 206, 137 的五单元变焦透镜中,第五透镜单元在进行变焦期间是固定的。

[0011] 通常,通过增加变焦透镜中所包括的每一透镜单元的折光力并且减小透镜数量,变焦比可以增加,并且变焦透镜的尺寸可以减小。

[0012] 然而,随着每一透镜表面的折光力增加,透镜厚度增加,并且透镜系统的长度无法充分地减小。此外,在望远端校正像差(例如色差)变得困难。

[0013] 此外,随着变焦比增加,组装误差(例如每一透镜或透镜单元的倾斜)的影响增

加。

[0014] 如果对于每一透镜或透镜单元的偏心率的灵敏度高,则由于因组装误差产生的偏心率而导致光学性能大大下降。结果,在减振状态下,光学性能也大大下降。

[0015] 因此,在变焦透镜中,将对于每一透镜或透镜单元的偏心率的灵敏度设置得尽可能低。

[0016] 在上述四单元变焦透镜或五单元变焦透镜中,为了在保持良好光学性能的同时实现变焦比的增加和整个透镜系统的尺寸的减小,重要的是,适当设置每一透镜单元的折光力、透镜结构、以及在进行变焦期间每一透镜单元的移动条件。

[0017] 具体地说,为了有效地减小整个透镜系统的尺寸,重要的是,不仅减小透镜系统的总长度,而且还减小第一透镜单元中所包括的每一透镜的前透镜直径和有效直径。

[0018] 通常,第一透镜单元中所包括的透镜具有的有效直径大于其它透镜单元中所包括的透镜的有效直径。因此,如果可以减小第一透镜单元的有效直径,则也可以减小获得透镜边缘部分所需的透镜厚度。结果,可以减小透镜系统的总长度。

[0019] 在减小上述四单元变焦透镜或五单元变焦透镜的整个透镜系统的尺寸的情况下,在多个变焦位置通过光线高度来确定第一透镜单元的有效直径。

[0020] 例如,在第一透镜单元包括按从物侧到像侧的顺序布置的第一透镜、第二透镜以及第三透镜的情况下,在广角端通过边缘光线高度来确定第一透镜的有效直径。此外,在中间变焦范围中通过边缘光线高度来确定第二透镜的有效直径。在望远端通过边缘光线高度来确定第三透镜的有效直径。

[0021] 因此,为了减小整个透镜系统的尺寸,重要的是,不仅适当设置每一透镜单元的折光力,而且还适当设置其在包括中间变焦范围的变焦范围中进行变焦期间的轨迹。

发明内容

[0022] 根据本发明的一方面,一种变焦透镜包括:第一透镜单元,其具有正折光力;第二透镜单元,其具有负折光力;第三透镜单元,其具有正折光力;以及第四透镜单元,其具有正折光力。所述第一透镜单元、第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元是按从物侧到像侧的顺序而分别布置的。在从广角端到望远端的变焦期间,所述第一透镜单元沿着朝向像侧凸起的轨迹移动,所述第二透镜单元在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中沿着朝向像侧凸起的轨迹移动并且在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中沿着朝向物侧凸起的轨迹移动,以及所述第三透镜单元进行移动以使得在望远端所述第三透镜单元与所述第二透镜单元之间的距离小于在广角端所述第三透镜单元与所述第二透镜单元之间的距离。当在望远端所述变焦透镜的整个透镜系统的焦距是 f_t 并且所述第一透镜单元的焦距是 f_1 时,满足以下条件:

[0023] $0.3 < f_1/f_t < 1.1$

[0024] 结合附图从以下示例性实施例的描述,本发明的进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0025] 图 1 是在广角端根据本发明第一数值示例的变焦透镜的截面图。

[0026] 图 2A 至图 2D 是根据本发明第一数值示例的变焦透镜的像差图。

- [0027] 图 3 是在广角端根据本发明第二数值示例的变焦透镜的截面图。
- [0028] 图 4A 至图 4D 是根据本发明第二数值示例的变焦透镜的像差图。
- [0029] 图 5 是在广角端根据本发明第三数值示例的变焦透镜的截面图。
- [0030] 图 6A 至图 6E 是根据本发明第三数值示例的变焦透镜的像差图。
- [0031] 图 7 是在广角端根据本发明第四数值示例的变焦透镜的截面图。
- [0032] 图 8A 至图 8E 是根据本发明第四数值示例的变焦透镜的像差图。
- [0033] 图 9 是在广角端根据本发明第五数值示例的变焦透镜的截面图。
- [0034] 图 10A 至图 10E 是根据本发明第五数值示例的变焦透镜的像差图。
- [0035] 图 11 是示出在数码相机中包括根据本发明实施例的变焦透镜的结构示意图。
- [0036] 图 12 是示出在摄像机中包括根据本发明实施例的变焦透镜的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 根据本发明实施例的每一变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括：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、以及具有正折光力的第四透镜单元。

[0038] 在从广角端到望远端进行变焦期间，第一透镜单元沿着朝向像侧凸起的轨迹移动。

[0039] 第二透镜单元在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中沿着朝向像侧凸起的轨迹移动并且在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。

[0040] 换句话说，第二透镜单元沿着在中间变焦范围具有两个顶点的轨迹移动。在从广角端到望远端进行变焦期间第二透镜单元穿过第一顶点的变焦位置在下文中将被称为第一中间变焦位置，第二透镜单元穿过下一顶点的变焦位置在下文中将被称为第二中间变焦位置。

[0041] 第三透镜单元移动，从而第三透镜单元与第二透镜单元之间的距离在从广角端到望远端进行变焦期间减小。

[0042] 第四透镜单元可以在从广角端到望远端进行变焦期间沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。

[0043] 第四透镜单元还可以沿着具有一个或多个顶点（顶点数量不受限）的轨迹移动。在此情况下，在无穷远处的物体对焦时第四透镜单元的位置最接近于物侧的变焦位置在下文中将被称为第三中间变焦位置。

[0044] 通过移动第四透镜单元来执行聚焦。

[0045] 图 1 是在广角端（短焦距端）根据第一实施例的变焦透镜的截面图。图 2A 至图 2D 分别是在广角端、第一中间变焦位置、第二中间变焦位置和望远端（长焦距端）根据第一实施例的变焦透镜的像差图。

[0046] 图 3 是在广角端根据第二实施例的变焦透镜的截面图。图 4A 至图 4D 分别是在广角端、第一中间变焦位置、第二中间变焦位置和望远端根据第二实施例的变焦透镜的像差图。

[0047] 图 5 是在广角端根据第三实施例的变焦透镜的截面图。图 6A 至图 6E 分别是在广角端、第一中间变焦位置、第二中间变焦位置、第三中间变焦位置和望远端根据第三实施例

的变焦透镜的像差图。

[0048] 图 7 是在广角端根据第四实施例的变焦透镜的截面图。图 8A 至图 8E 分别是在广角端、第一中间变焦位置、第二中间变焦位置、第三中间变焦位置和望远端根据第四实施例的变焦透镜的像差图。

[0049] 图 9 是在广角端根据第五实施例的变焦透镜的截面图。图 10A 至图 10E 分别是在广角端、第一中间变焦位置、第二中间变焦位置、第三中间变焦位置和望远端根据第五实施例的变焦透镜的像差图。

[0050] 图 11 和图 12 是示出包括根据本发明实施例的变焦透镜的相机（图像拾取装置）的主要部分的示意图。

[0051] 根据每一实施例的变焦透镜是图像拾取装置（例如摄像机或数码相机）中所包括的成像透镜系统。在每一截面图中，左侧示出物侧（前面），右侧示出像侧（后面）。

[0052] 此外，在每一截面图中，“i”表示从物侧计数的每一透镜单元的号码，“Li”表示第 i 透镜单元。箭头示出在从广角端到望远端进行变焦期间或在进行聚焦期间透镜单元进行移动所沿着的轨迹。

[0053] SP 表示孔径光阑（F 数确定光阑）。FP 表示用于阻挡不需要的光的杂光光阑（flare stop）。G 表示与例如滤光器、面板、晶体低通滤波器以及红外截止滤波器对应的光学块。

[0054] IP 表示像面。在变焦透镜用作摄像机或数码相机的成像光学系统的情况下，固态图像拾取元件（光电转换元件）（例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器）的图像拾取平面位于像面 IP 处。

[0055] 在像差图中，“d”和“g”分别示出 d 线和 g 线， ΔM 和 ΔS 分别示出子午像面（meridional image plane）和径向像面（sagittal image plane）。g 线示出倍率色差。此外，“ ω ”是半场角， F_{no} 是 F 数。

[0056] 在每一实施例中，广角端和望远端是与每一倍率变化透镜单元（第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3）处于沿着光轴机械可移动范围的一端和另一端的状态对应的变焦位置。

[0057] 在每一实施例中，在从广角端到望远端进行变焦期间，第一透镜单元 L1 沿着朝向像侧凸起的轨迹移动。

[0058] 第二透镜单元 L2 在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中沿着朝向像侧凸起的轨迹移动并且在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。

[0059] 在每一截面图中，第二透镜单元 L2 的轨迹上的点 L2a 和 L2b 是第二透镜单元 L2 的轨迹的第一顶点和第二顶点。

[0060] 第二透镜单元 L2 穿过第一顶点 L2a 的变焦位置是第一中间变焦位置。第二透镜单元 L2 穿过第二顶点 L2b 的变焦位置是第二中间变焦位置。

[0061] 第三透镜单元 L3 移动，从而在望远端第三透镜单元 L3 与第二透镜单元 L2 之间的距离小于在广角端第三透镜单元 L3 与第二透镜单元 L2 之间的距离。

[0062] 第四透镜单元 L4 补偿在进行变焦期间产生的像面变化，并且还执行聚焦。

[0063] 分别在图 1 所示的第一实施例、图 3 所示的第二实施例、图 5 所示的第三实施例以及图 7 所示的第四实施例中，第四透镜单元 L4 在从广角端到望远端进行变焦期间沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。

[0064] 在图 9 所示的第五实施例中,第四透镜单元 L4 在从广角端到望远端进行变焦期间按以下方式移动。也就是说,首先,第四透镜单元 L4 沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。然后,第四透镜单元 L4 沿着朝向像侧凸起的轨迹移动。最后,第四透镜单元 L4 沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。

[0065] 在此情况下,第四透镜单元 L4 的轨迹包括三个顶点。

[0066] 只要轨迹包括多个顶点,就不具体限制第四透镜单元 L4 的轨迹。在截面图中,第四透镜单元 L4 的轨迹上的点 L4p 与在无限远处的物体对焦时第四透镜单元 L4 的位置最接近于物侧的变焦位置(第三中间变焦位置)对应。

[0067] 由于第四透镜单元 L4 沿着朝向物侧凸起的轨迹移动,因此第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的空间可以被有效地使用,并且总透镜长度可以有效地减小。

[0068] 通过后对焦方法执行在望远端从无限远处的物体到接近物体的聚焦,在后对焦方法中,第四透镜单元 L4 按箭头 4c 所示向前移动。

[0069] 在每一截面图中,实线 4a 和虚线 4b 分别示出在无限远处的物体和接近的物体对焦的情况下第四透镜单元 L4 进行移动以补偿在从广角端到望远端进行变焦期间的像面变化所沿着的轨迹。

[0070] 当在望远端处整个透镜系统的焦距是 f_t 并且第一透镜单元 L1 的焦距是 f_1 时,满足以下条件:

$$[0071] \quad 0.3 < f_1/f_t < 1.1 \quad (1)$$

[0072] 现将描述条件表达式 (1) 的技术涵义。

[0073] 条件表达式 (1) 与在望远端相对于整个透镜系统的折光力的第一透镜单元 L1 的折光力有关。

[0074] 如果第一透镜单元 L1 的折光力太低,并且条件表达式 (1) 的值大于其上限,则在变焦期间第一透镜单元 L1 的移动量增加,并且透镜的尺寸相应地增加。

[0075] 如果第一透镜单元 L1 的折光力太高,并且条件表达式 (1) 的值小于其下限,则倍率色差在广角端增加,并且轴向色差在望远端增加。因此,变得难以在整个变焦范围上获得高光学性能。

[0076] 在从广角端到望远端进行变焦期间,第一透镜单元 L1 沿着朝向像侧凸起的轨迹移动。因此,在从广角端到中间变焦范围的变焦范围中(在第一中间变焦位置 ZP1 与第二中间变焦位置 ZP2 之间),入瞳距离可以减小。结果,可以减小前透镜的有效直径。

[0077] 第二透镜单元 L2 在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中沿着朝向像侧凸起的轨迹移动,然后在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。由于第二透镜单元 L2 沿着这样的轨迹移动,因此可以容易地减小第一透镜单元 L1 中所包括的透镜的有效直径。

[0078] 具体地说,由于第二透镜单元 L2 在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中沿着朝向像侧凸起的轨迹移动,因此在广角端附近的变焦位置处,入瞳距离可以减小。结果,可以减小前透镜(第一透镜单元 L1)的有效直径。

[0079] 在广角端附近的变焦位置处,边缘光线在光轴之上的高位置处穿过前透镜。因此,第二透镜单元 L2 在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中连同第一透镜单元 L1 一起朝向像侧移动,从而前透镜与光阑之间的距离可以减小。结果,可以减小前透镜的有效直径。

[0080] 如果具有比变焦透镜中所包括的其它透镜单元的有效直径大的有效直径的前透镜的直径减小,则用于获得具有用于制造变焦透镜的足够尺度的透镜边缘部分的透镜厚度也可以减小。

[0081] 在广角端附近的变焦位置处,边缘光线在高入射高度处穿过第一透镜单元 L1 中的各透镜表面。因此,出于以下原因,在第一透镜单元 L1 中所包括的各透镜之中,经常通过从中间变焦位置到望远端的变焦范围中边缘光线的入射高度来确定接近于像侧的透镜的有效直径。

[0082] 也就是说,在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中,第一透镜单元 L1 朝向物侧并且远离光阑 SP 移动,以确保通过第二透镜单元 L2 的移动而获得的倍率变化比。因此,穿过第一透镜单元 L1 中每一透镜的边缘光线的入射高度增加。

[0083] 第二透镜单元 L2 包括负弯月透镜 G21,其在像侧具有凹入表面。因此,当第二透镜单元 L2 朝向物侧移动时,入瞳位置朝向物侧移动。

[0084] 因此,在从中间变焦位置到望远端的变焦范围中,第二透镜单元 L2 暂时沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。相应地,入瞳位置在第二中间变焦位置 ZP2 附近的变焦范围中朝向物侧移动,从而第一透镜单元 L1 的透镜结构的有效直径可以减小。

[0085] 在从广角端到望远端进行变焦期间,第三透镜单元朝向物侧移动,从而第三透镜单元与第二透镜单元之间的距离减小。相应地,第三透镜单元 L3 提供倍率变化功能,并且在进行变焦期间的球面像差和像场弯曲的变化可以有效地减小。

[0086] 如上所述构建每一实施例的光学系统。因此,可以获得小型高变焦比光学系统,其能够在整个变焦范围上校正像差(例如轴向色差、倍率色差、球面像差以及像场弯曲)并提供高的光学性能。

[0087] 在每一实施例中,可以另外满足以下提供的一个或多个条件。

[0088] 在以下给出的条件表达式中, f_w 是在广角端整个透镜系统的焦距。

[0089] 此外, f_2 和 f_3 分别是第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的焦距。

[0090] 此外, m_2 和 m_3 分别是第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 沿着广角端与望远端之间的光轴的位移。当透镜单元在从广角端到望远端进行变焦期间朝向像侧移动时,位移的符号为正,而当透镜单元在相反方向上移动时,位移的符号为负。

[0091] 在第二透镜单元 L2 在从广角端到望远端进行变焦期间的轨迹中, Δm_2 是对应于两个顶点 L2a 和 L2b 的第二透镜单元 L2 在光轴上的位置之间的距离。

[0092] 此外, β_{2w} 和 β_{2t} 分别是在广角端和望远端第二透镜单元 L2 的横向倍率, β_{3w} 和 β_{3t} 分别是在广角端和望远端第三透镜单元 L3 的横向倍率。

[0093] 在此,可以满足以下条件中的一个或多个:

$$[0094] \quad -1.8 < f_2/f_w < -1.0 \quad (2)$$

$$[0095] \quad 0 \leq |m_2/m_3| < 1.7 \quad (3)$$

$$[0096] \quad 0.01 < |\Delta m_2/f_2| < 0.50 \quad (4)$$

$$[0097] \quad 7.0 < (\beta_{2t} \cdot \beta_{3t})/(\beta_{2w} \cdot \beta_{3w}) < 15.0 \quad (5)$$

$$[0098] \quad 0.5 < f_3/(f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.1 \quad (6)$$

[0099] 现将描述每一条件表达式的技术涵义。

[0100] 条件表达式 (2) 与第二透镜单元 L2 的折光力有关。

[0101] 如果第二透镜单元 L2 的折光力太低（弱），并且条件表达式 (2) 的值大于其上限，则在进行变焦期间第一透镜单元 L1 的移动量变得过大，并且第一透镜单元 L1 中所包括的透镜的有效直径相应地增加。结果，总透镜长度增加。

[0102] 如果第二透镜单元 L2 的折光力太高（强），并且条件表达式 (2) 的值小于其下限，则在进行变焦期间第二透镜单元 L2 中出现的倍率色差、彗形像差等的变化过度地增加。因此，变得难以通过其它透镜单元校正像差。

[0103] 条件表达式 (3) 与在进行变焦期间第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的移动量有关。

[0104] 如果第三透镜单元 L3 的移动量太小，并且条件表达式 (3) 的值大于其上限，则第三透镜单元 L3 所提供的倍率变化比太小。因此，变得难以获得高变焦比（高倍率变化比）。

[0105] 如果第三透镜单元 L3 的折光力增加以获得高变焦比，则在第三透镜单元 L3 处出现的球面像差和像场弯曲过度地增加。因此，变得难以通过其它透镜单元校正像差。

[0106] 当条件表达式 (3) 的值等于其下限时，在广角端光轴上第二透镜单元 L2 的位置与在望远端光轴上第二透镜单元 L2 的位置相同。

[0107] 也是在此情况下，第二透镜单元 L2 在进行变焦期间在中间变焦范围中移动，并且第一透镜单元 L1 移动，从而第二透镜单元 L2 可以提供足够的倍率变化比。

[0108] 条件表达式 (4) 与第二透镜单元 L2 的轨迹有关。

[0109] 如果距离 Δm_2 太大，并且条件表达式 (4) 的值大于其上限，则分别对应于第二透镜单元 L2 的轨迹上的两个顶点 L2a 和 L2b 的第一中间变焦位置 ZP1 与第二中间变焦位置 ZP2 之间的中间变焦范围中的像场弯曲和像散的变化增加。

[0110] 如果距离 Δm_2 太小，并且条件表达式 (4) 的值小于其下限，则在中间变焦范围中不能充分提供通过朝向物侧移动第二透镜单元 L2 而朝向物侧移动入瞳位置的效果。结果，变得难以减小第一透镜单元 L1 中每一透镜的有效直径。

[0111] 条件表达式 (5) 与第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的倍率变化比有关。

[0112] 如果第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的倍率变化比太高，并且条件表达式 (5) 的值大于其上限，则在进行变焦期间像差（例如倍率色差、彗形像差、像场弯曲等）的变化过度地增加。

[0113] 如果第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的倍率变化比太低，并且条件表达式 (5) 的值小于其下限，则在整个透镜系统中变得难以获得高变焦比（高倍率变化比）。

[0114] 条件表达式 (6) 与第三透镜单元 L3 的折光力有关。

[0115] 如果第三透镜单元 L3 的折光力太弱，并且条件表达式 (6) 的值大于其上限，则在进行变焦期间第三透镜单元 L3 的移动距离增加。结果，总透镜长度增加。

[0116] 如果第三透镜单元 L3 的折光力太强，并且条件表达式 (6) 的值小于其下限，则在第三透镜单元 L3 处出现的球面像差和像场弯曲过度地增加，并且变得难以通过其它透镜单元校正像差。

[0117] 可以将条件表达式 (1) 至 (6) 的数值范围设置如下：

$$[0118] \quad 0.45 < f1/ft < 1.00 \quad (1a)$$

$$[0119] \quad -1.7 < f2/fw < -1.1 \quad (2a)$$

$$[0120] \quad 0 \leq |m2/m3| < 1.5 \quad (3a)$$

$$[0121] \quad 0.01 < |\Delta m2/f2| < 0.40 \quad (4a)$$

$$[0122] \quad 7.5 < (\beta 2t \cdot \beta 3t)/(\beta 2w \cdot \beta 3w) < 14.0 \quad (5a)$$

$$[0123] \quad 0.6 < f3/(fw \cdot ft)^{1/2} < 1.0 \quad (6a)$$

[0124] 此外,也可以将条件表达式 (1) 至 (6) 的数值范围设置如下:

$$[0125] \quad 0.55 < f1/ft < 0.90 \quad (1b)$$

$$[0126] \quad -1.6 < f2/fw < -1.2 \quad (2b)$$

$$[0127] \quad 0 \leq |m2/m3| < 1.30 \quad (3b)$$

$$[0128] \quad 0.01 < |\Delta m2/f2| < 0.3 \quad (4b)$$

$$[0129] \quad 8.0 < (\beta 2t \cdot \beta 3t)/(\beta 2w \cdot \beta 3w) < 13.0 \quad (5b)$$

$$[0130] \quad 0.7 < f3/(fw \cdot ft)^{1/2} < 0.9 \quad (6b)$$

[0131] 在此情况下,可以增强各个条件表达式的上述效果。

[0132] 第二透镜单元 L2 可以包括按从物侧到像侧的顺序布置的多个负透镜以及一个或多个正透镜。

[0133] 当第二透镜单元 L2 具有这种结构时,可以可靠地提供变焦所需的折光力,并且可以可靠地校正在进行变焦期间像差(例如倍率色差和彗形像差)的变化。

[0134] 第二透镜单元 L2 中所包括的至少一个负透镜可以具有非球面表面。

[0135] 在包括非球面表面的情况下,在广角端可以可靠地校正畸变和像散。

[0136] 第三透镜单元 L3 可以包括一个或多个正透镜组件以及一个或多个负透镜组件。在此,透镜组件既包括单透镜又包括接合透镜(cemented lens)。

[0137] 当第三透镜单元 L3 具有上述结构时,可以可靠地提供变焦所需的折光力,并且可以可靠地校正在进行变焦期间像差(例如球面像差和像场弯曲)的变化。

[0138] 第三透镜单元 L3 中所包括的至少一个正透镜可以具有非球面表面。

[0139] 在包括非球面表面的情况下,可以可靠地校正在进行变焦期间球面像差的变化。

[0140] 现将描述每一实施例的透镜结构的特性。除非另外特别指出,否则透镜系统中所包括的元件是按从物侧到像侧的顺序而解释的。

[0141] 在每一实施例中,第一透镜单元 L1 包括接合透镜以及在物侧具有凸起表面的正弯月透镜 G13,所述接合透镜包括在物侧具有凸起表面的负弯月透镜 G11 以及正透镜 G12。

[0142] 由于第一透镜单元 L1 包括三个透镜,因此变焦比(倍率变化比)可以增加,并且可以可靠地执行球面像差和色差(包括轴向色差和倍率色差)的校正。

[0143] 第二透镜单元 L2 包括三个透镜,按从物侧的顺序,它们是:具有在物侧的凸起表面的负弯月透镜 G21、具有在像侧的凹入表面的负透镜 G22、以及具有在物侧的凸起表面的正透镜 G23。相应地,可以可靠地减小在进行变焦期间像差的变化。

[0144] 负透镜 G21 的透镜表面在其两侧都是非球面的,从而特别地,在广角端可以有效地校正畸变和像散。

[0145] 根据每一实施例,第三透镜单元 L3 包括两个正透镜和单个负透镜。

[0146] 更具体地说,在第一实施例至第四实施例中,第三透镜单元 L3 按从物侧的顺序包括:固定光阑 SP、在物侧具有凸起表面的正透镜 G31、在像侧具有凹入表面的负透镜 G32、以及在像侧具有凸起表面的正透镜 G33。

[0147] 在第三透镜单元 L3 具有这种结构的情况下,在物侧的第三透镜单元 L3 的主点可

以位于正透镜 G31 在物侧的表面附近。因此,可以减小前透镜的直径。

[0148] 为了在整个变焦范围上可靠地校正像场弯曲和像散的变化,必须在正透镜 G31 与负透镜 G32 之间提供预定空气间隙。

[0149] 当 d3a 是正透镜 G31 与负透镜 G32 之间的空气间隙,并且 d3 是第三透镜单元 L3 中第一透镜表面与最后透镜表面之间的距离时,可以满足以下条件:

$$[0150] \quad 0.25 < d3a/d3 < 0.5 \quad (7)$$

[0151] 如果空气间隙 d3a 太大,并且条件表达式 (7) 的值大于其上限,则总透镜长度增加。

[0152] 如果空气间隙 d3a 太小,并且条件表达式 (7) 的值小于其下限,则在进行变焦期间像场弯曲和像散的变化过度地增加,并且变得难以通过其它透镜单元校正像差。

[0153] 可以将条件表达式 (7) 的数值范围设置如下:

$$[0154] \quad 0.30 < d3a/d3 < 0.46 \quad (7a)$$

[0155] 此外,也可以将条件表达式 (7) 的数值范围设置如下:

$$[0156] \quad 0.33 < d3a/d3 < 0.43 \quad (7b)$$

[0157] 在此情况下,可以增强与条件表达式对应的效果。

[0158] 可以通过在空气间隙中布置光量改变元件(例如可变光阑或 ND 滤波器、快门等)来有效地使用正透镜 G31 与负透镜 G32 之间的空气间隙。

[0159] 因此,不必提供用于在第三透镜单元 L3 的物侧布置光量改变元件和快门的空间,并且第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 可以在望远端彼此位置接近。结果,总透镜长度可以减小。

[0160] 光量改变元件和快门之一也可以部署在第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间。

[0161] 在第五实施例中,第三透镜单元 L3 按从物侧的顺序包括:可变光阑 SP、在物侧具有凸起表面的正透镜 G31、以及包括在物侧具有凸起表面的正透镜 G32 和在像侧具有凹入表面的负透镜 G33 的接合透镜。

[0162] 在第三透镜单元 L3 具有这种结构的情况下,与第一实施例至第四实施例的结构中正透镜 G31 与正透镜 G32 之间的距离相比,正透镜 G31 与正透镜 G32 之间的距离可以减小。因此,可以减小第三透镜单元 L3 的厚度。

[0163] 因此,可以减小缩回透镜单元的状态下的缩回长度。

[0164] 在第一实施例至第四实施例的结构中,可以将快门和光量调整元件(例如 ND 滤波器)布置在第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间、在第三透镜单元 L3 中、或者在第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间。

[0165] 在每一上述实施例中,一部分第三透镜单元 L3 或其整体可以在具有垂直于光轴的分量的方向上移动,从而校正当变焦透镜振动时产生的图像模糊。

[0166] 此外,在每一实施例中,用于阻挡不必要的光的杂光光阑 FP 被部署在第三透镜单元 L3 中最接近于像侧的位置处。

[0167] 在每一实施例中,第四透镜单元 L4 包括单个正透镜组件。

[0168] 在第一实施例以及第三实施例至第五实施例中,第四透镜单元 L4 包括单个正透镜,用于减小透镜系统的尺寸。

[0169] 在第四实施例中,在第四透镜单元 L4 中的正透镜在其物侧的透镜表面为非球面的,从而可以减小在聚焦期间像场弯曲和像散的变化。

[0170] 当像侧的透镜表面为非球面的时,也可以获得相似的效果。

[0171] 在第二实施例中,第四透镜单元 L4 包括包含正透镜和负透镜的接合透镜,从而在望远端可以减小在进行聚焦期间倍率色差和像场弯曲的变化。

[0172] 在每一实施例中,在变焦透镜用在包括固态图像拾取元件的电子图像拾取装置的情况下,可以在对于所获得的图像执行的数字处理中以电子方式校正在进行变焦期间出现的畸变的变化。

[0173] 现将描述与本发明第一实施例至第五实施例对应的第一数值示例至第五数值示例。

[0174] 在每一数值示例中,表面号码示出从物侧计数的每一光学表面的号码。此外,r 示出每一光学表面的曲率半径,d 示出各表面之间的距离,nd 和 v_d 分别示出每一光学组件的材料相对于 d 线的折射率和 Abbe 数。

[0175] 后焦距 (BF) 是最后透镜表面与近轴像面之间的等效空气距离。总透镜长度定义为第一透镜表面和最后透镜表面之间的距离与后焦距 (BF) 之和。长度的单位是 mm。

[0176] 当 K 是偏心率,A4、A6、A8 和 A10 为非球面系数,并且 x 是在距光轴的高度 H 处光轴方向上非球面表面相对于非球面表面的顶点的位置时,非球面表面的形状表示如下:

$$[0177] \quad X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10}$$

[0178] 在上述方程式中,R 是曲率半径。此外,“e-Z”表示“ 10^{-Z} ”。以下提供的表 1 示出上述条件表达式与数值示例之间的关系。此外,“f”示出焦距,FNo 示出 F 数, ω 示出半场角。

[0179] 在第一数值示例至第五数值示例中的每一个中,最接近于像侧的两个表面是形成滤波器构件的表面。在第一实施例至第四实施例中的每一个中,由于孔径光阑 SP 和第三透镜单元 L3 中最接近于物侧的透镜表面按从物侧至像侧的顺序而计数,因此 d12 的值是负数。

[0180] 相似地,在第一实施例至第四实施例中的每一个中,由于第三透镜单元 L3 中最接近于像侧的透镜表面以及杂光光阑 FP 按从物侧到像侧的顺序而计数,因此 d18 的值是负数。

[0181]

第一数值示例

表面数据

表面号码	r	d	nd	vd
1	37.991	1.10	1.84666	23.9
2	23.467	3.05	1.48749	70.2
3	410.568	0.20		
4	24.414	2.35	1.69680	55.5
5	92.061	(可变)		
6*	105.108	1.00	1.84862	40.0
7*	4.720	2.80		
8	-17.005	0.60	1.71300	53.9
9	114.238	0.20		
10	12.565	1.30	1.94595	18.0
11	54.984	(可变)		
12(光阑)	∞	-0.20		
13*	9.406	1.65	1.76753	49.3
14	-28.447	2.50		
15	42.142	0.60	1.92286	18.9
16	8.493	0.49		
17	-59.394	1.25	1.48749	70.2
18	-7.856	-0.10		
19(杂光光阑)	∞	(可变)		
20	12.400	1.75	1.48749	70.2
21	601.583	(可变)		
22	∞	1.00	1.51633	64.1
23	∞	0.87		
像面	∞			

非球面表面数据

第 6 表面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_8 = -6.14276e-008 \quad A_{10} = 9.77866e-010$$

第 7 表面

[0182]

$K = -1.56696e+000$ $A_4 = 1.44884e-003$ $A_6 = 1.52014e-005$
 $A_8 = -4.75276e-007$

第 13 表面

$K = -4.57127e+000$ $A_4 = 3.14925e-004$ $A_6 = -5.97405e-006$
 $A_8 = -9.88344e-008$

其它数据

变焦比 9.64

	广角	中间 1	中间 2	望远
焦距	5.13	8.60	13.60	49.41
F 数	3.60	4.29	4.76	5.44
场角	35.68	24.25	15.91	4.48
图像高度	3.68	3.88	3.88	3.88
总透镜长度	47.67	46.34	51.86	65.12
BF	6.63	9.59	11.54	6.95
d 5	0.80	2.59	7.93	21.91
d11	14.55	7.37	4.47	0.60
d19	5.15	6.25	7.38	15.13
d21	5.10	8.06	10.02	5.42

变焦透镜单元数据

单元号	前表面	焦距
1	1	37.39
2	6	-6.64
3	12	12.05
4	20	25.95

[0183]

第二数值示例

表面数据

表面号码	r	d	nd	vd
1	48.335	1.15	1.84666	23.9
2	27.090	3.20	1.48749	70.2
3	-217.337	0.20		
4	23.552	2.30	1.69680	55.5
5	70.228	(可变)		
6*	65.879	1.00	1.84862	40.0
7*	4.810	3.13		
8	-11.695	0.60	1.80400	46.6
9	-79.580	0.20		
10	17.486	1.35	1.94595	18.0
11	-157.677	(可变)		
12(光阑)	∞	-0.20		
13*	10.042	1.65	1.76753	49.3
14	-37.510	2.50		
15	31.005	0.60	1.92286	18.9
16	9.117	0.52		
17	-34.472	1.20	1.48749	70.2
18	-8.198	-0.10		
19	∞	(可变)		
20	12.715	2.65	1.48749	70.2
21	-17.995	0.60	1.83400	37.2
22	-46.607	(可变)		
23	∞	0.70	1.51633	64.1
24	∞	1.09		
像面	∞			

非球面表面数据

第 6 表面

K = 0.00000e+000 A 8=-5.39028e-008 A10 = 8.28382e-010

[0184]

第 7 表面

$K = -1.93021e+000$ $A_4 = 1.79188e-003$ $A_6 = 8.34873e-007$

$A_8 = 7.24157e-008$

第 13 表面

$K = -3.77479e+000$ $A_4 = 1.58413e-004$ $A_6 = 4.53171e-007$

$A_8 = -2.49737e-007$

其它数据

变焦比 11.42

	广角	中间 1	中间 2	望远
焦距	5.13	8.46	21.73	58.52
F 数	3.60	4.24	5.10	5.78
场角	35.68	24.60	10.11	3.79
图像高度	3.68	3.88	3.88	3.88
总透镜长度	51.30	50.64	63.30	71.65
BF	6.91	9.67	12.75	6.32
d 5	0.80	3.01	14.28	23.12
d11	15.63	8.56	3.33	0.60
d19	5.42	6.85	10.40	19.06
d22	5.36	8.12	11.20	4.77

变焦透镜单元数据

单元号	前表面	焦距
1	1	38.00
2	6	-6.65
3	12	13.11
4	20	27.06

[0185]

第三数值示例

表面数据

表面号码	r	d	nd	vd
1	38.793	0.85	1.92286	18.9
2	25.237	2.80	1.69680	55.5
3	189.882	0.20		
4	24.986	1.90	1.77250	49.6
5	58.352	(可变)		
6*	-61426.222	0.85	1.84862	40.0
7*	4.620	2.91		
8	-19.907	0.55	1.71300	53.9
9	25.510	0.20		
10	12.054	1.15	1.94595	18.0
11	108.693	(可变)		
12(光阑)	∞	-0.20		
13*	8.253	1.20	1.76753	49.3
14	-34.623	2.10		
15	24.644	0.50	1.94595	18.0
16	7.483	0.58		
17	-87.667	0.95	1.49700	81.5
18	-8.052	-0.10		
19	∞	(可变)		
20	11.250	1.75	1.48749	70.2
21	-168.108	(可变)		
22	∞	0.80	1.51633	64.1
23	∞	0.50		
像面	∞			

非球面表面数据

第 6 表面

$K = 0.00000e+000$ $A_8 = 9.71865e-009$ $A_{10} = -1.78827e-010$

第 7 表面

[0186]

$K = -2.00370e+000$ $A_4 = 2.06660e-003$ $A_6 = -1.13015e-005$

$A_8 = 8.35449e-007$

第 13 表面

$K = -6.73213e+000$ $A_4 = 1.05442e-003$ $A_6 = -5.40410e-005$

$A_8 = 2.74200e-006$

其它数据

变焦比 9.86

	广角	中间 1	中间 2	中间 3	望远
焦距	4.30	6.15	8.40	20.13	42.40
F 数	3.60	4.07	4.50	4.81	5.15
场角	39.02	32.20	24.77	10.90	5.22
图像高度	3.48	3.88	3.88	3.88	3.88
总透镜长度	44.00	41.54	44.38	54.02	58.79
BF	5.63	7.17	7.86	9.90	6.58
d 5	0.80	1.00	3.45	14.45	20.42
d11	14.16	8.71	6.42	2.66	0.68
d19	5.21	6.46	8.45	8.82	12.90
d21	4.60	6.14	6.84	8.87	5.56

变焦透镜单元数据

单元号	前表面	焦距
1	1	34.50
2	6	-5.95
3	12	11.11
4	20	21.70

[0187]

第四数值示例

表面数据

表面号码	r	d	nd	vd
1	38.471	0.85	1.92286	18.9
2	24.964	2.70	1.69680	55.5
3	163.910	0.15		
4	24.170	1.90	1.77250	49.6
5	53.557	(可变)		
6*	-646.504	0.80	1.84862	40.0
7*	4.458	2.90		
8	-35.999	0.50	1.88300	40.8
9	17.990	0.18		
10	10.616	1.30	1.94595	18.0
11	110.906	(可变)		
12(光阑)	∞	-0.20		
13*	7.706	1.20	1.76753	49.3
14	-31.715	1.85		
15	17.874	0.50	1.94595	18.0
16	6.536	0.66		
17	-32.501	0.90	1.49700	81.5
18	-7.036	-0.10		
19	∞	(可变)		
20*	16.818	1.40	1.55000	71.2
21	-60.312	(可变)		
22	∞	0.80	1.51633	64.1
23	∞	0.50		
像面	∞			

非球面表面数据

第 6 表面

K = 0.00000e+000 A 8 = 2.46822e-009 A10=-1.14897e-011

第 7 表面

[0188]

$K = -2.32957e+000$ $A_4 = 2.70445e-003$ $A_6 = -3.21252e-005$

$A_8 = 1.26503e-006$

第 13 表面

$K = -3.02657e+000$ $A_4 = 2.47255e-004$ $A_6 = 4.06654e-006$

$A_8 = -1.78084e-006$

第 20 表面

$K = 3.84639e+000$ $A_4 = -4.80594e-005$

其它数据

变焦比 12.65

	广角	中间 1	中间 2	中间 3	望远
焦距	3.88	5.97	7.39	22.60	49.10
F 数	3.60	4.22	4.53	4.96	5.54
场角	40.66	32.97	27.68	9.73	4.51
图像高度	3.33	3.88	3.88	3.88	3.88
总透镜长度	43.77	40.89	42.49	54.60	59.21
BF	5.03	6.36	6.80	10.07	4.93
d5	0.65	0.76	2.28	16.03	21.64
d11	15.18	8.86	7.20	2.26	0.50
d19	5.42	7.42	8.72	8.76	14.65
d21	4.00	5.33	5.78	9.04	3.90

变焦透镜单元数据

单元号	前表面	焦距
1	1	35.12
2	6	-5.70
3	12	10.47
4	20	24.07

[0189]

第五数值示例

表面数据

表面号码	r	d	nd	vd
1	36.720	0.80	1.84666	23.9
2	22.378	2.80	1.48749	70.2
3	-2413.968	0.15		
4	22.140	2.05	1.69680	55.5
5	83.533	(可变)		
6*	68.050	0.80	1.84862	40.0
7*	5.364	2.93		
8	-18.471	0.50	1.88300	40.8
9	22.226	0.18		
10	12.601	1.30	1.92286	18.9
11	-109.743	(可变)		
12(光阑)	∞	0.43		
13*	5.008	1.50	1.58313	59.4
14*	-28.428	0.40		
15	7.352	1.10	1.48749	70.2
16	6.298	0.50	1.94595	18.0
17	3.760	0.35		
18	∞	(可变)		
19	11.018	1.75	1.49700	81.5
20	-39.365	(可变)		
21	∞	0.70	1.51633	64.1
22	∞	1.13		
像面	∞			

非球面表面数据

第 6 表面

K = 0.00000e+000 A 8 = 3.64792e-008 A10=-7.41911e-010

第 7 表面

K =-2.03829e+000 A 4 = 1.59317e-003 A 6=-9.70842e-006

[0190]

$$A 8 = 1.22842e-006$$

第 13 表面

$$K = -3.50406e+000 \quad A 4 = 2.75758e-003 \quad A 6 = -9.13630e-005$$

$$A 8 = 7.38333e-006$$

第 14 表面

$$K = -3.86721e+001 \quad A 4 = 1.39448e-004 \quad A 6 = 4.77069e-005$$

其它数据

变焦比 9.63

	广角	中间 1	中间 2	中间 3	望远
焦距	5.13	6.02	6.67	22.36	49.41
F 数	3.60	3.84	4.17	4.78	4.89
场角	35.67	32.78	30.16	9.83	4.48
图像高度	3.68	3.88	3.88	3.88	3.88
总透镜长度	44.68	43.22	43.18	52.37	55.88
BF	7.04	7.79	7.92	10.95	6.25
d 5	0.65	0.80	0.19	13.92	19.81
d11	15.21	12.49	11.17	3.60	0.58
d18	4.24	4.60	6.36	6.36	11.71
d20	5.44	6.20	6.33	9.36	4.66

变焦透镜单元数据

单元号	前表面	焦距
1	1	32.99
2	6	-6.85
3	12	12.29
4	19	17.52

[0191] 表 1

[0192]

	第一数值 示例	第二数值 示例	第三数值 示例	第四数值 示例	第五数值 示例
(1)	0.757	0.649	0.814	0.654	0.668
(2)	-1.30	-1.30	-1.38	-1.47	-1.34
(3)	0.355	0.152	0.559	0.608	1.193
(4)	0.027	0.209	0.066	0.015	0.083
(5)	9.81	11.06	10.53	12.58	8.90
(6)	0.757	0.757	0.822	0.759	0.772
(7)	0.385	0.387	0.394	0.362	-

[0193] 在每一实施例中,由于上述结构,因此尺寸可以减小,并且变焦比可以增加。因此,提供高性能变焦透镜,其可以用在高像素数码相机、摄像机等中,并且能够在整个变焦范围上校正像差,例如球面像差、彗形像差、像场弯曲、轴向色差以及倍率色差。

[0194] 接下来,将参照图 11 描述作为成像光学系统的包括根据本发明至少一个实施例的变焦透镜的数字静态相机。

[0195] 参照图 11,相机主体 20 包括成像光学系统 21,其包括根据第一实施例至第五实施例中的至少一个的变焦透镜。

[0196] 用于接收成像光学系统 21 所形成的对象图像的固态图像拾取元件(光电转换元件)22(例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器)被部署在相机主体 20 中。存储器 23 记录与经受固态图像拾取元件 22 所执行的光电转换的对象图像对应的信息。

[0197] 取景器 24 例如由液晶显示面板等形成,并且允许用户观察图像拾取元件 22 上形成的对象图像。

[0198] 接下来,将参照图 12 描述作为成像光学系统的包括根据本发明至少一个实施例的变焦透镜的摄像机(光学装置)。

[0199] 参照图 12,摄像机主体 10 包括成像光学系统 11,其包括根据第一实施例至第五实施例中的至少一个的变焦透镜。

[0200] 用于接收成像光学系统 11 所形成的对象图像的固态图像拾取元件(光电转换元件)12(例如 CCD 传感器和 CMOS 传感器)被部署在相机主体 20 中。记录单元 13 记录与经受固态图像拾取元件 12 所执行的光电转换的对象图像对应的信息。取景器 14 用于观察显示器设备(未示出)上显示的对象图像。

[0201] 显示设备包括液晶面板等,并且显示图像拾取设备 12 上形成的对象图像。

[0202] 当根据本发明至少一个实施例的变焦透镜被包括在图像拾取装置(例如数字静态相机和摄像机)中时,可以获得提供高光学性能的小型图像拾取装置。

[0203] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围与最宽泛的解释一致,从而包括所有修改以及等同物结构和功能。

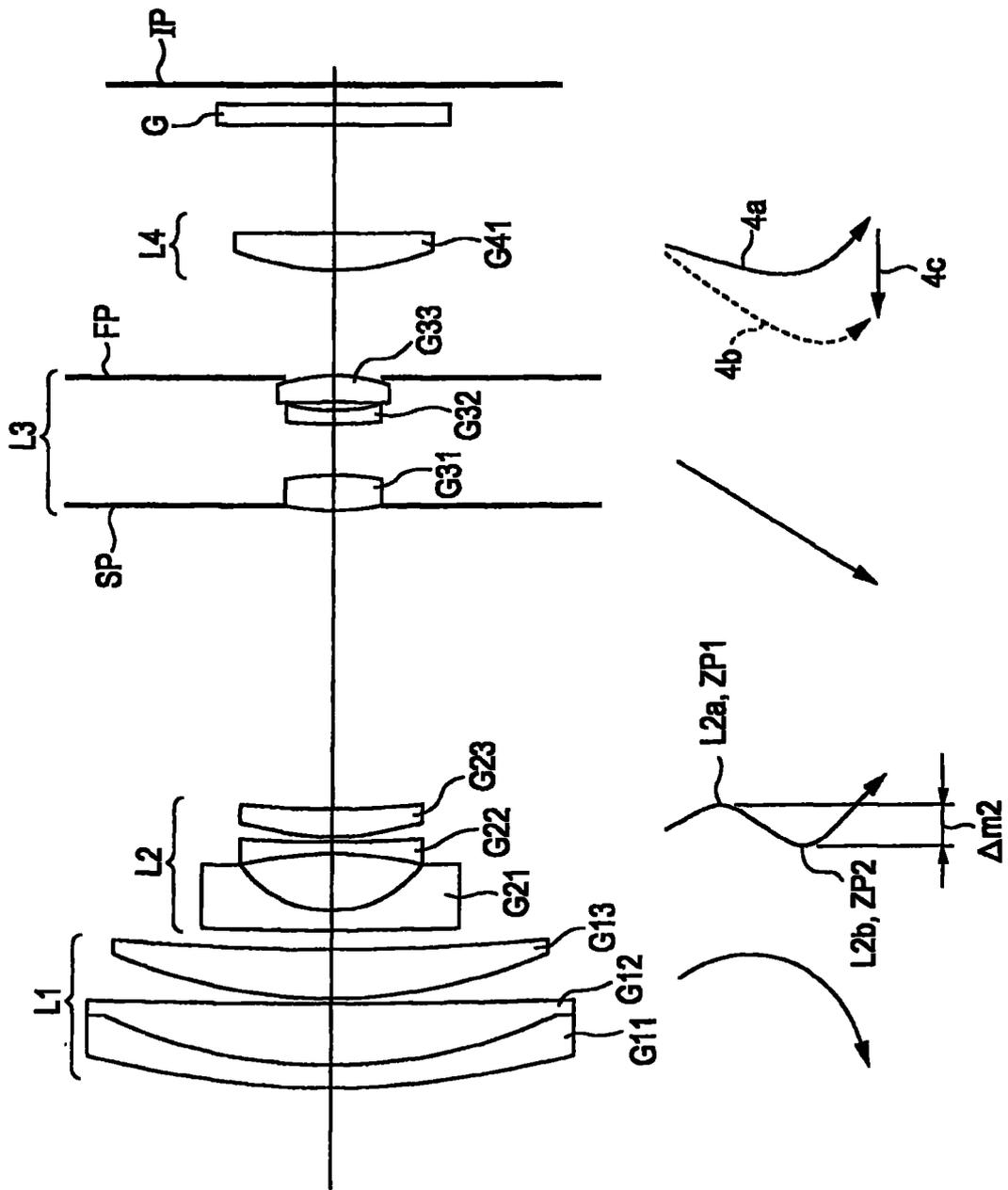


图 1

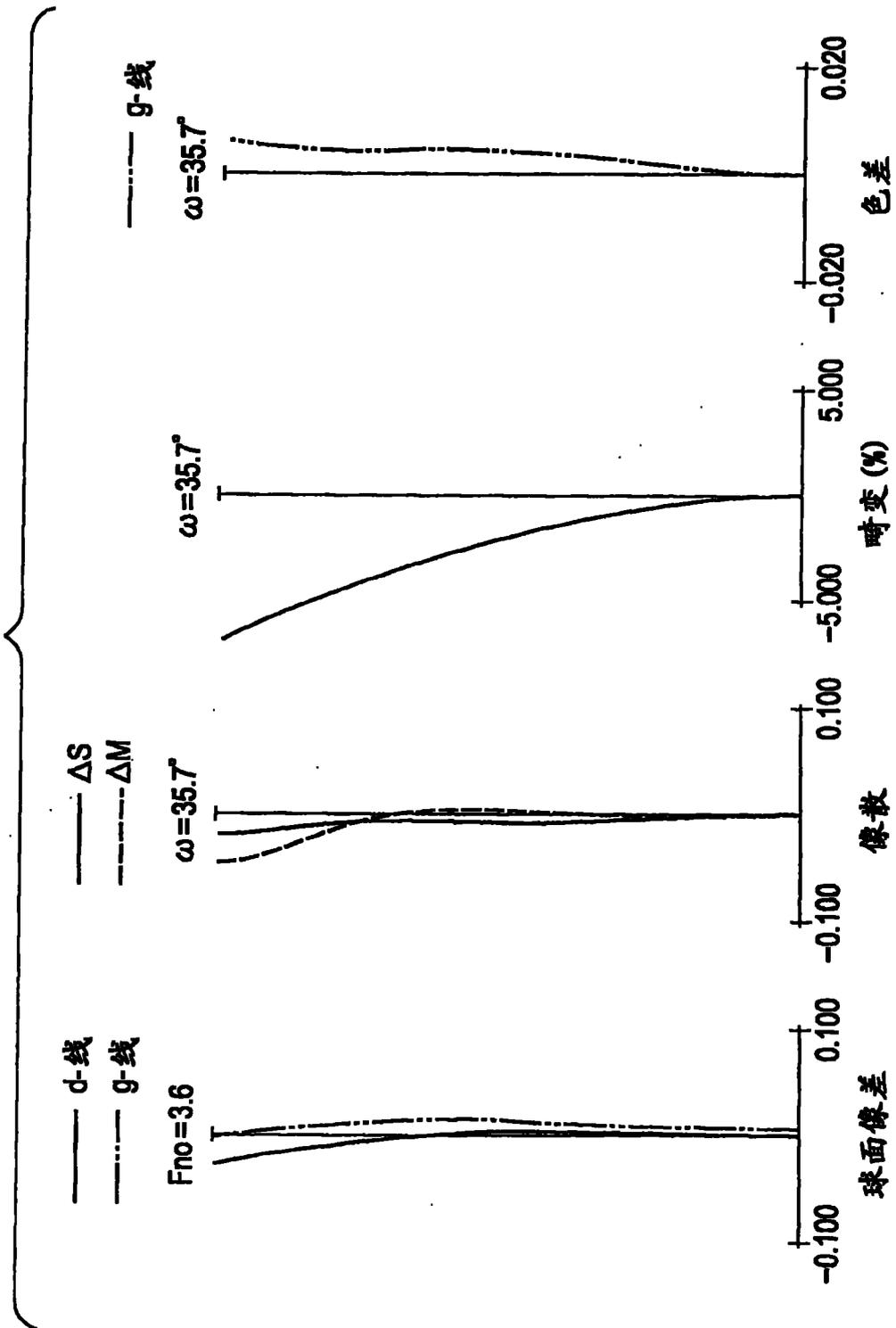


图 2A

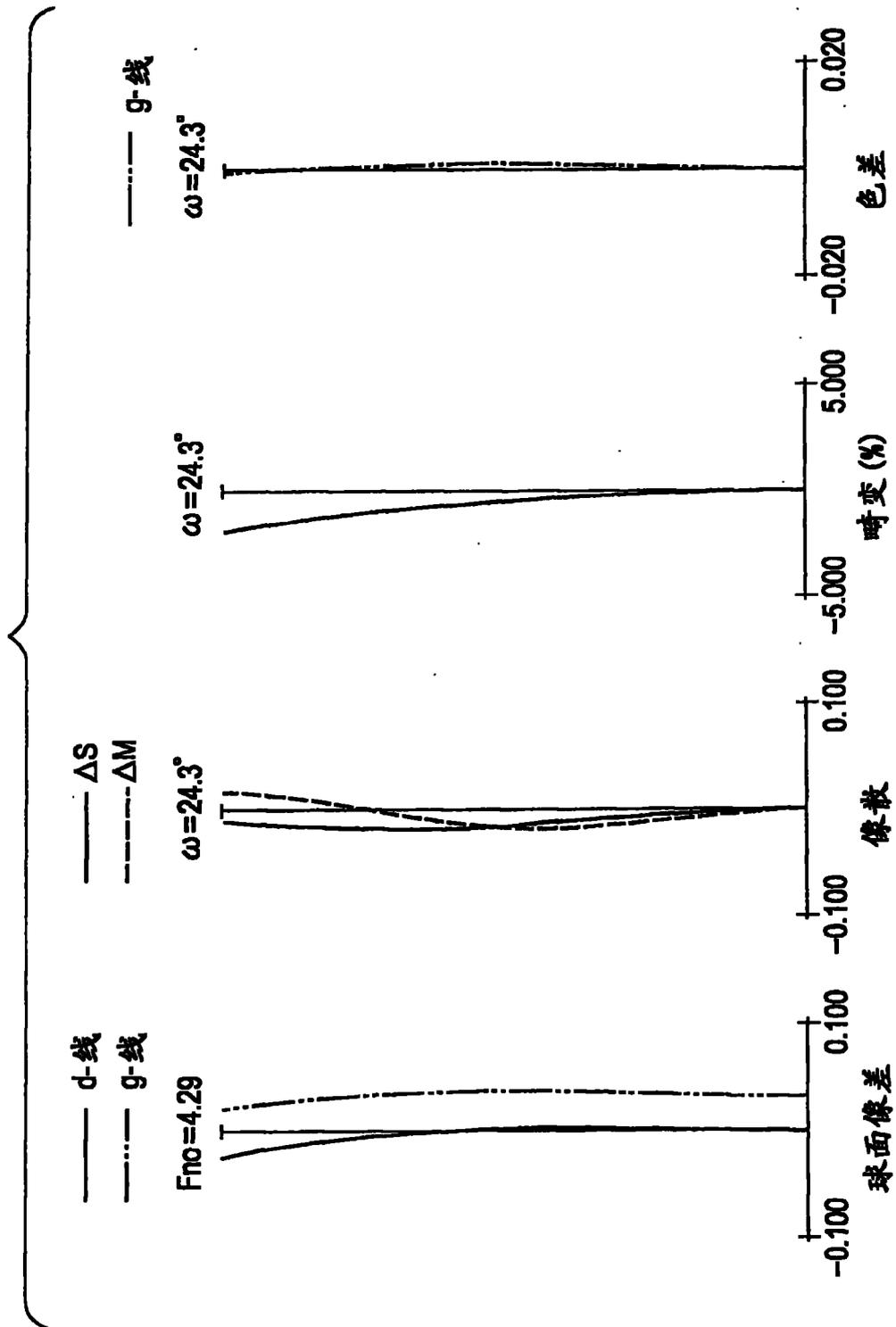


图 2B

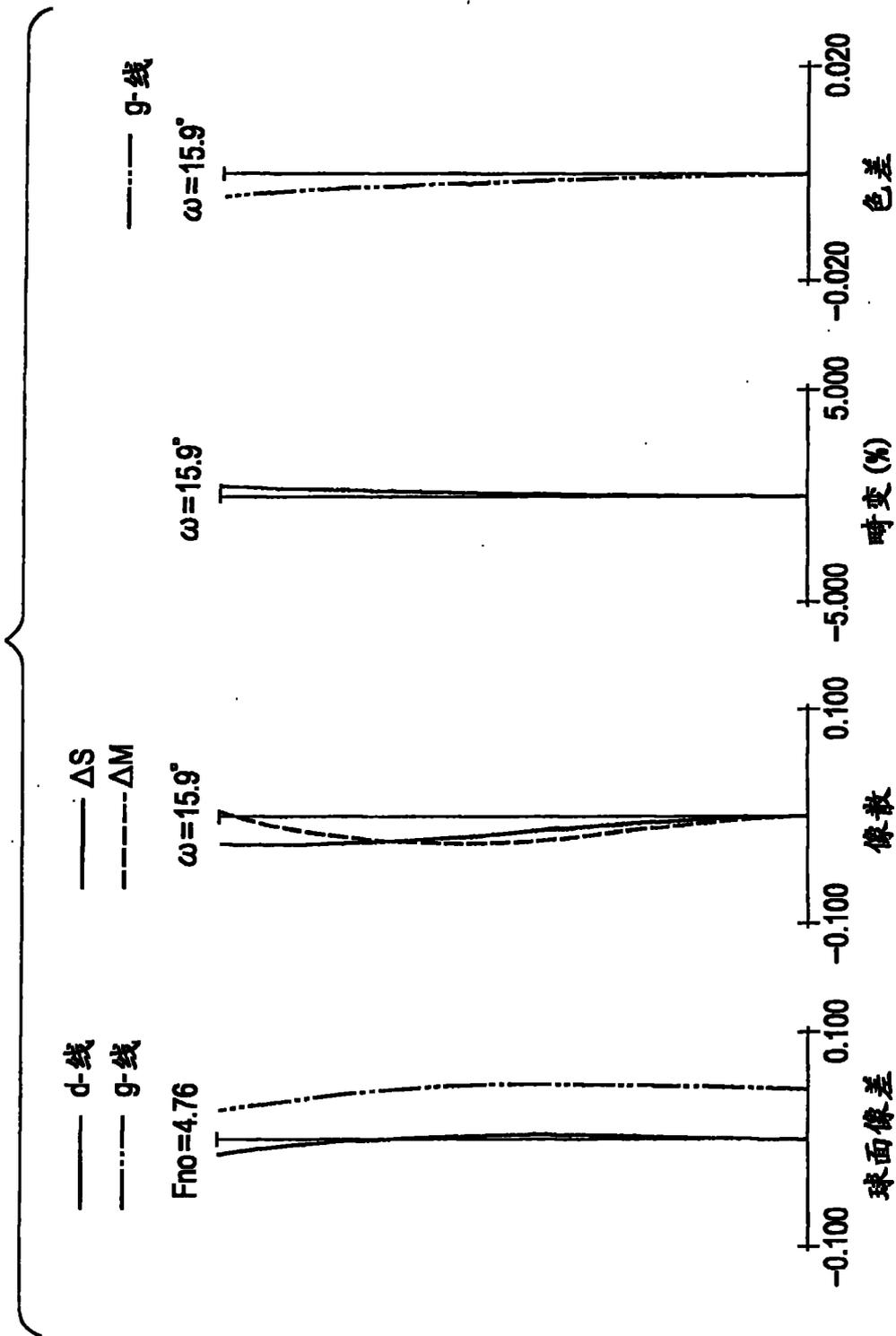


图 2C

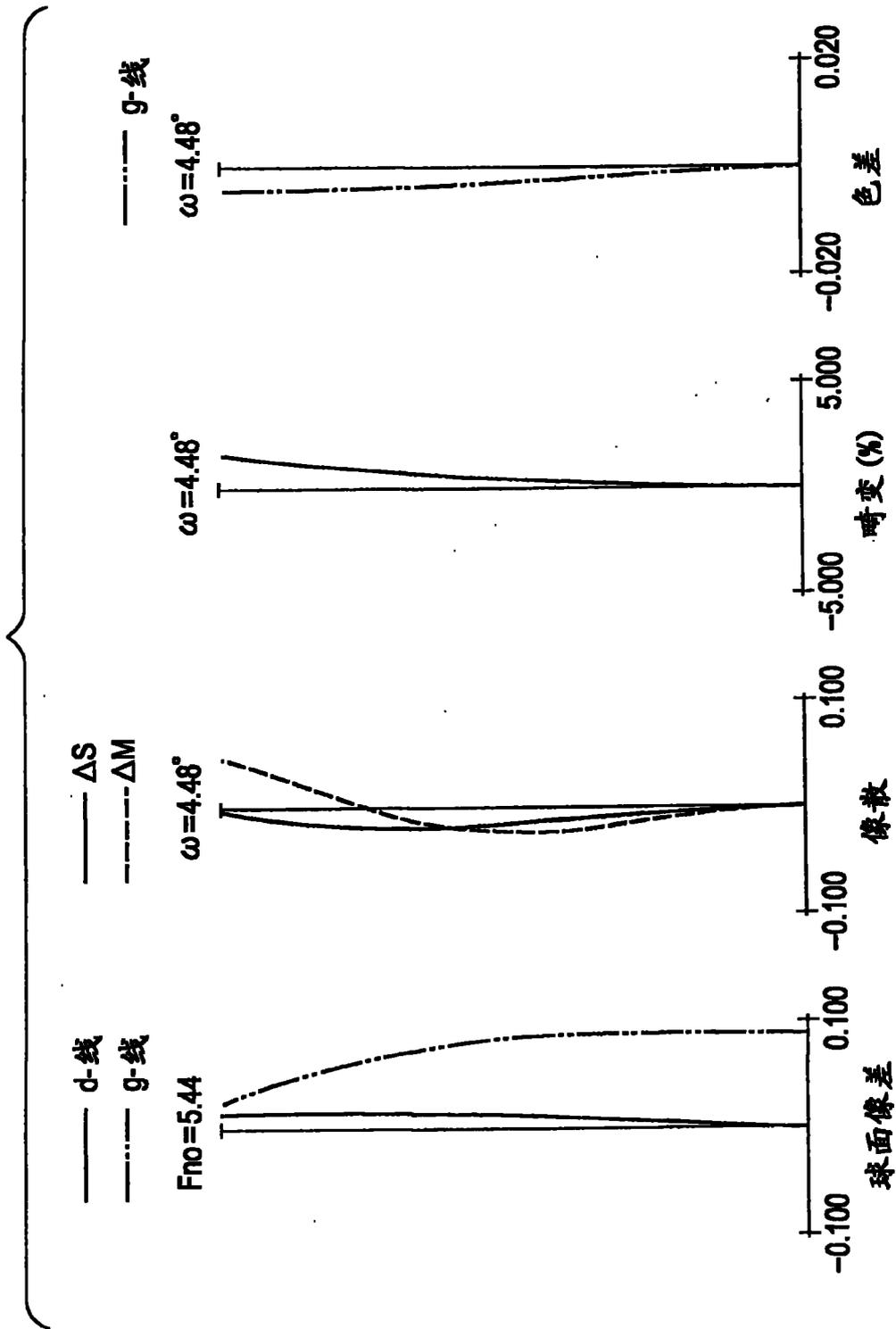


图 2D

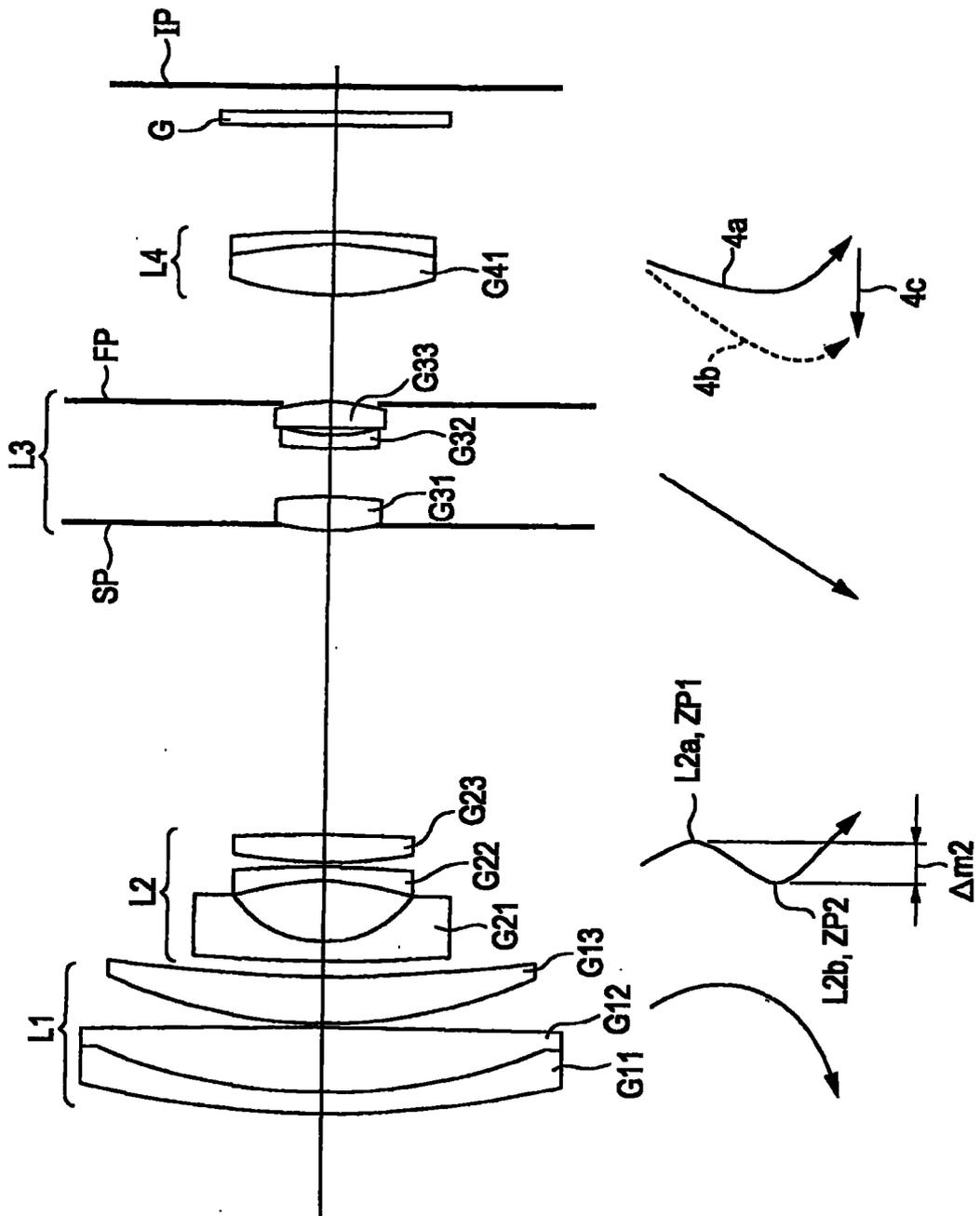


图 3

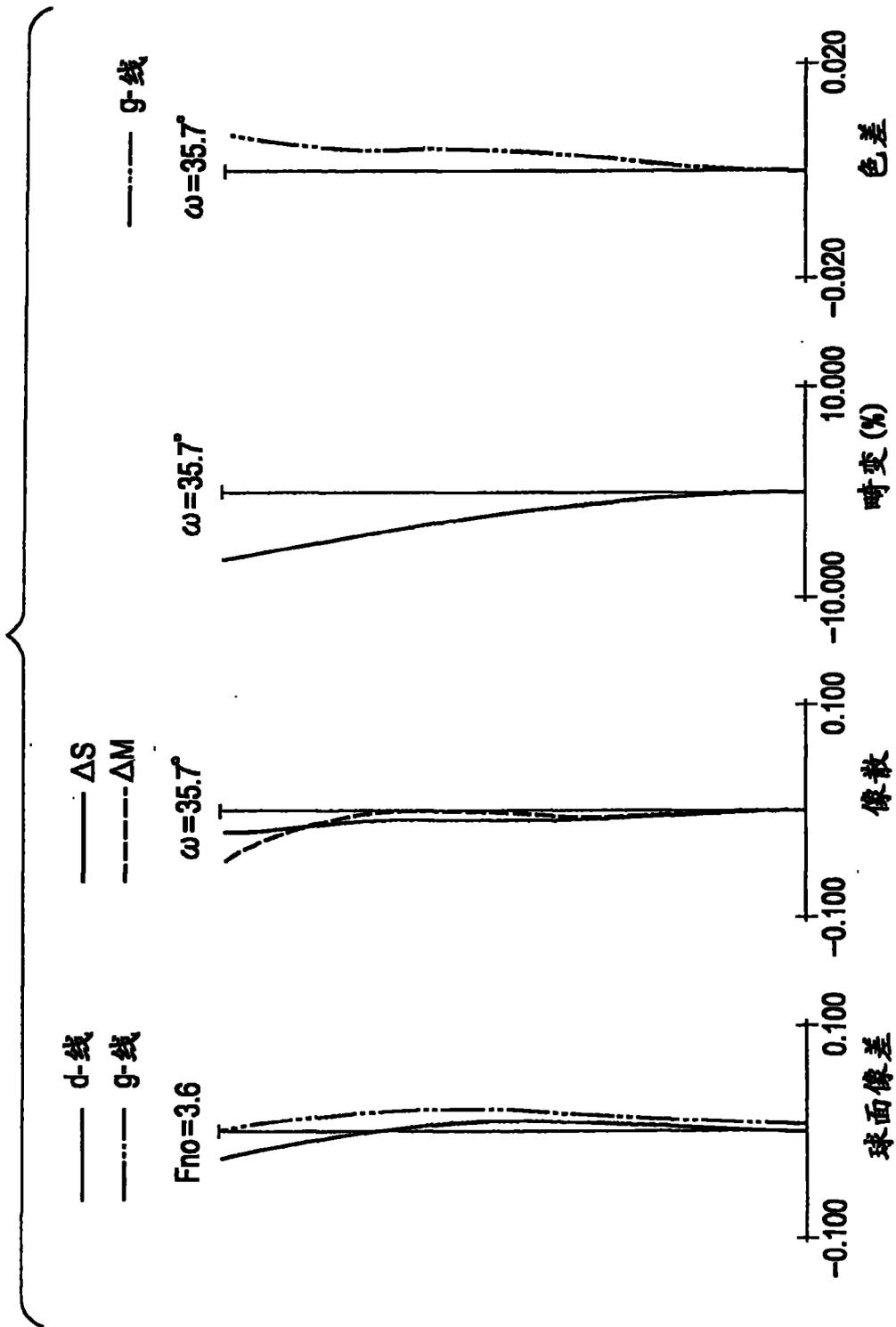


图 4A

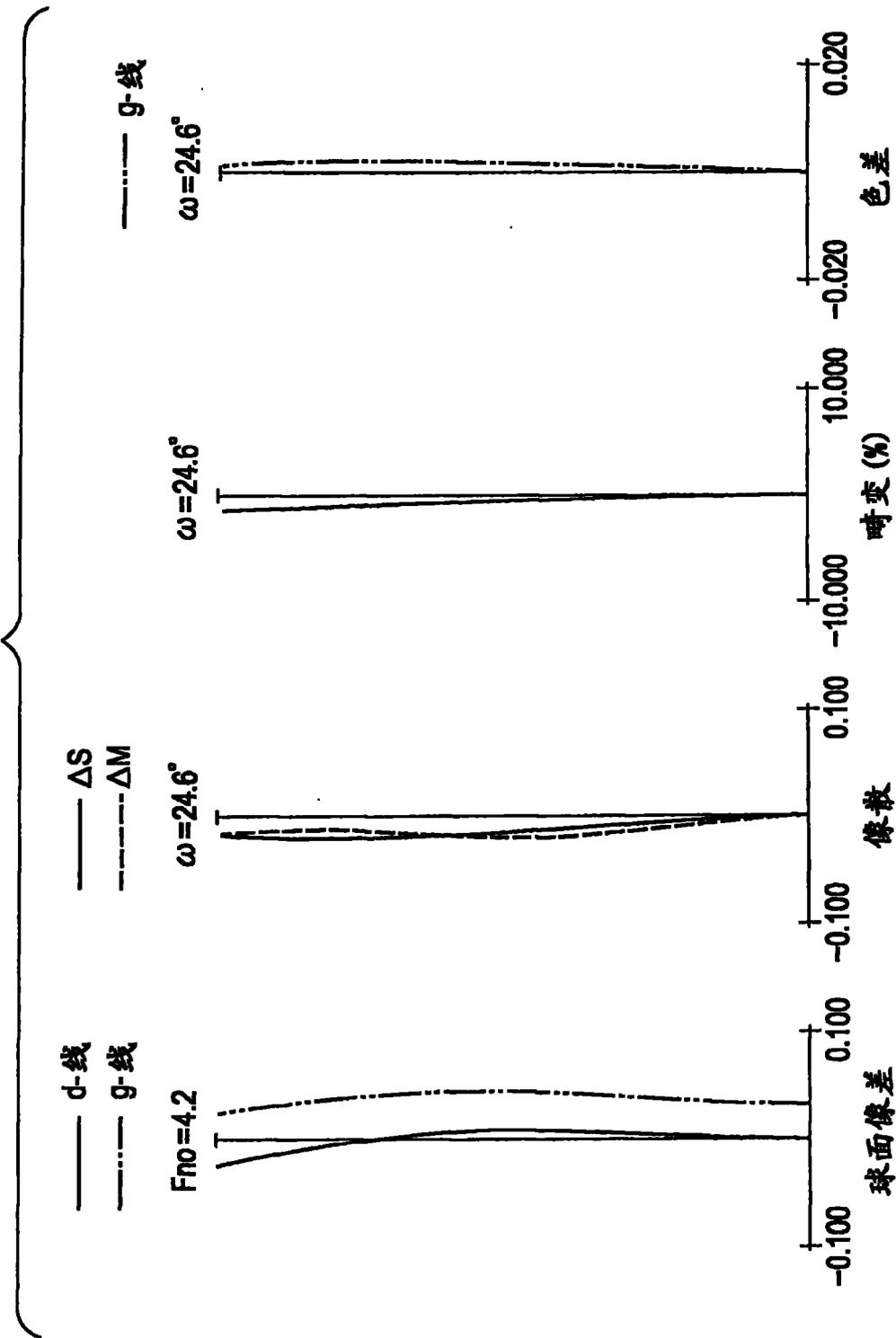


图 4B

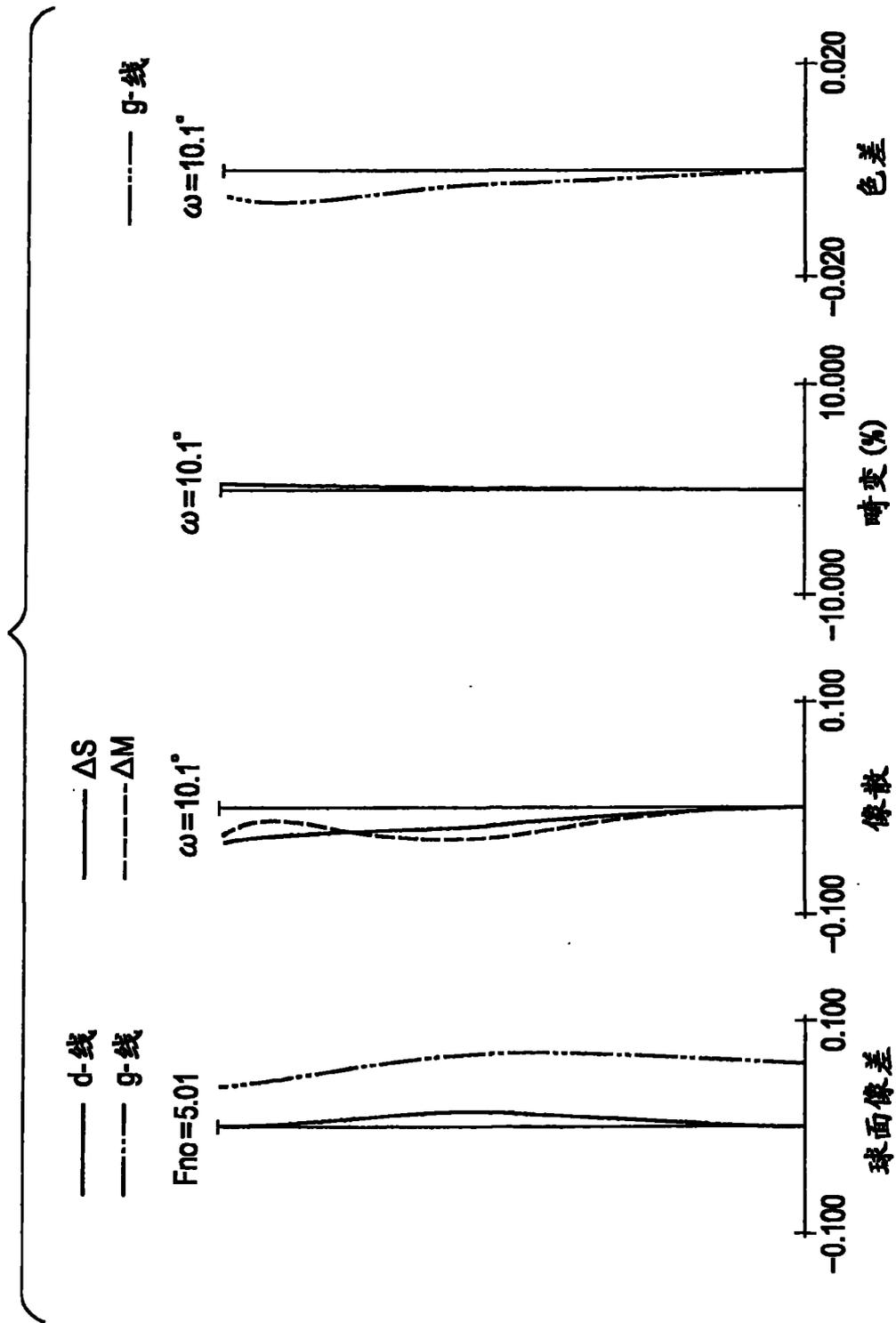


图 4C

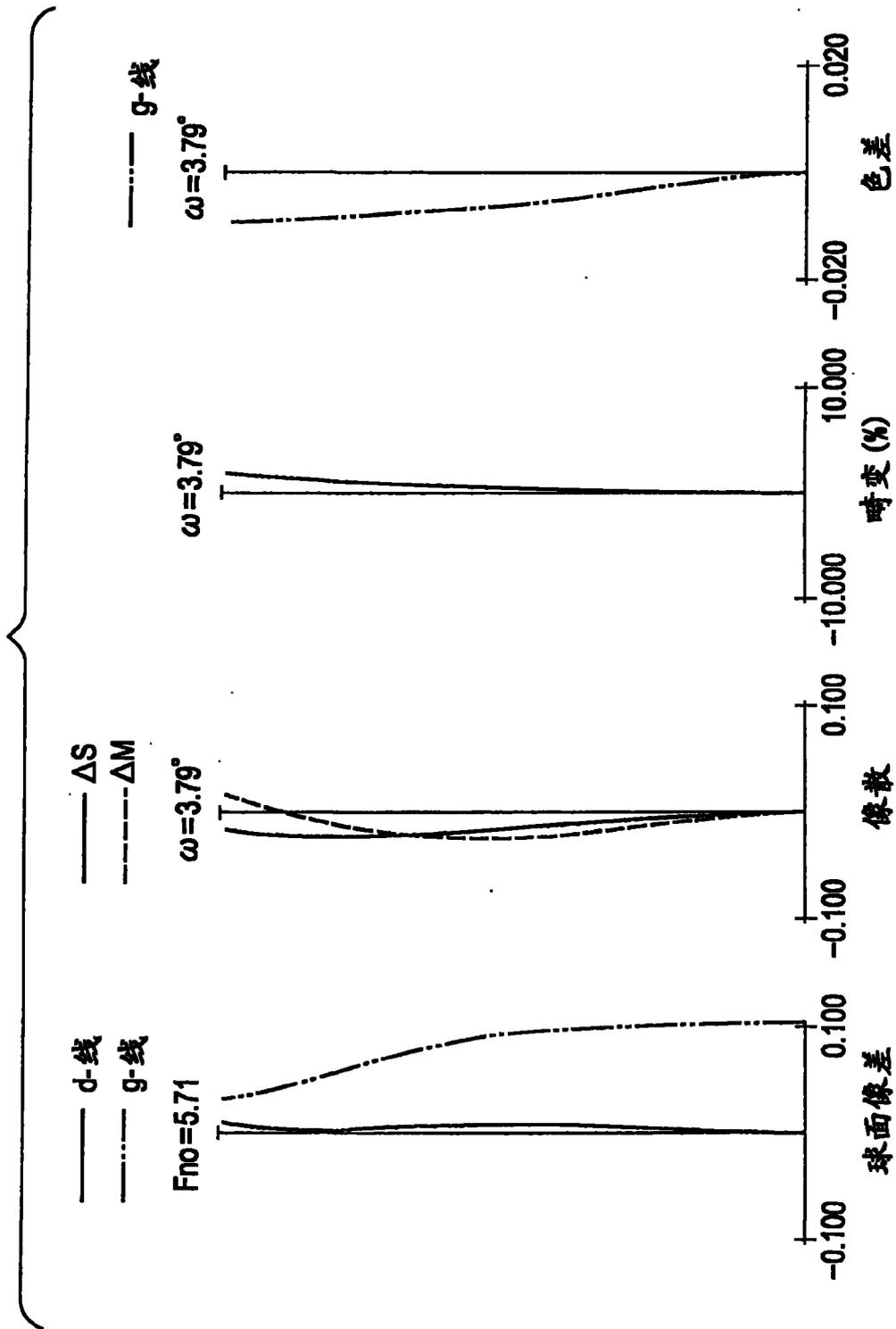


图 4D

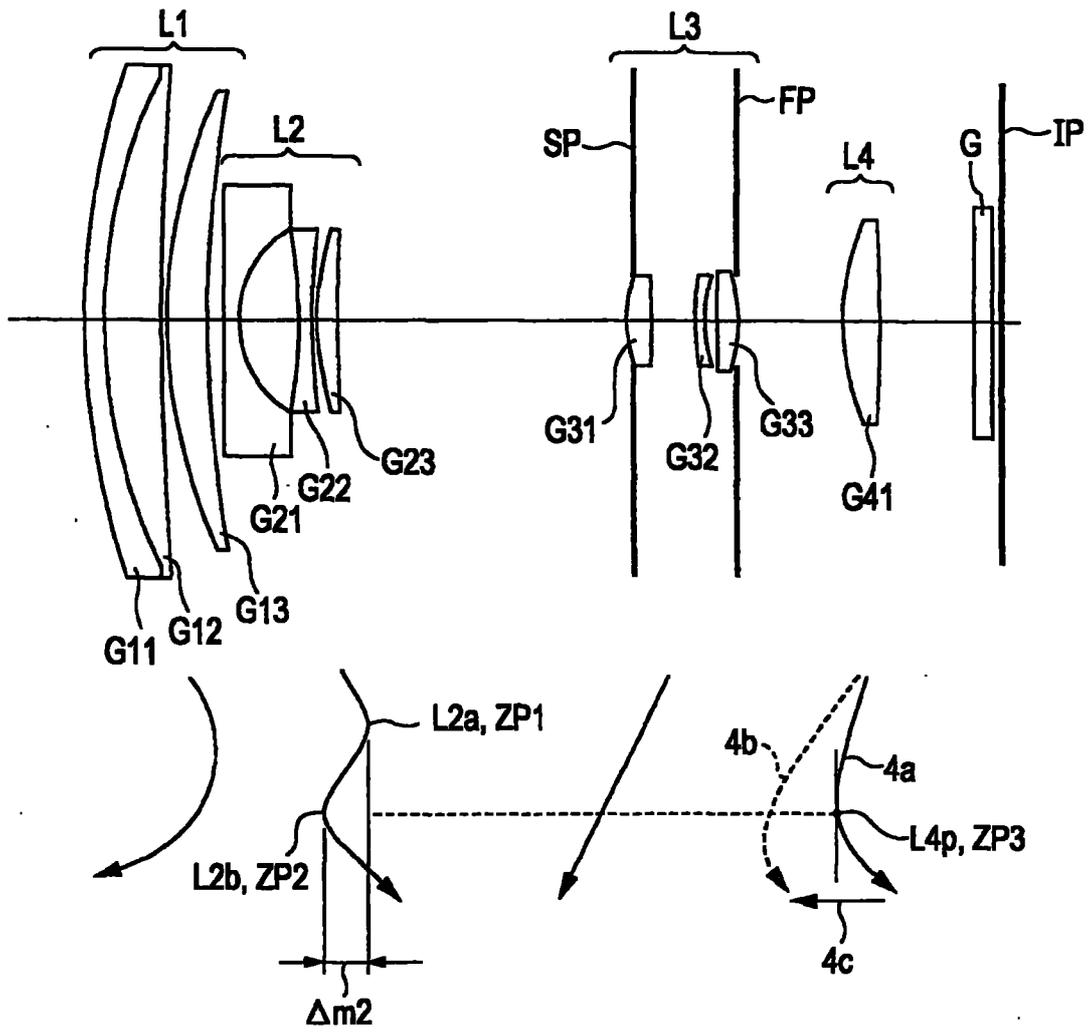


图 5

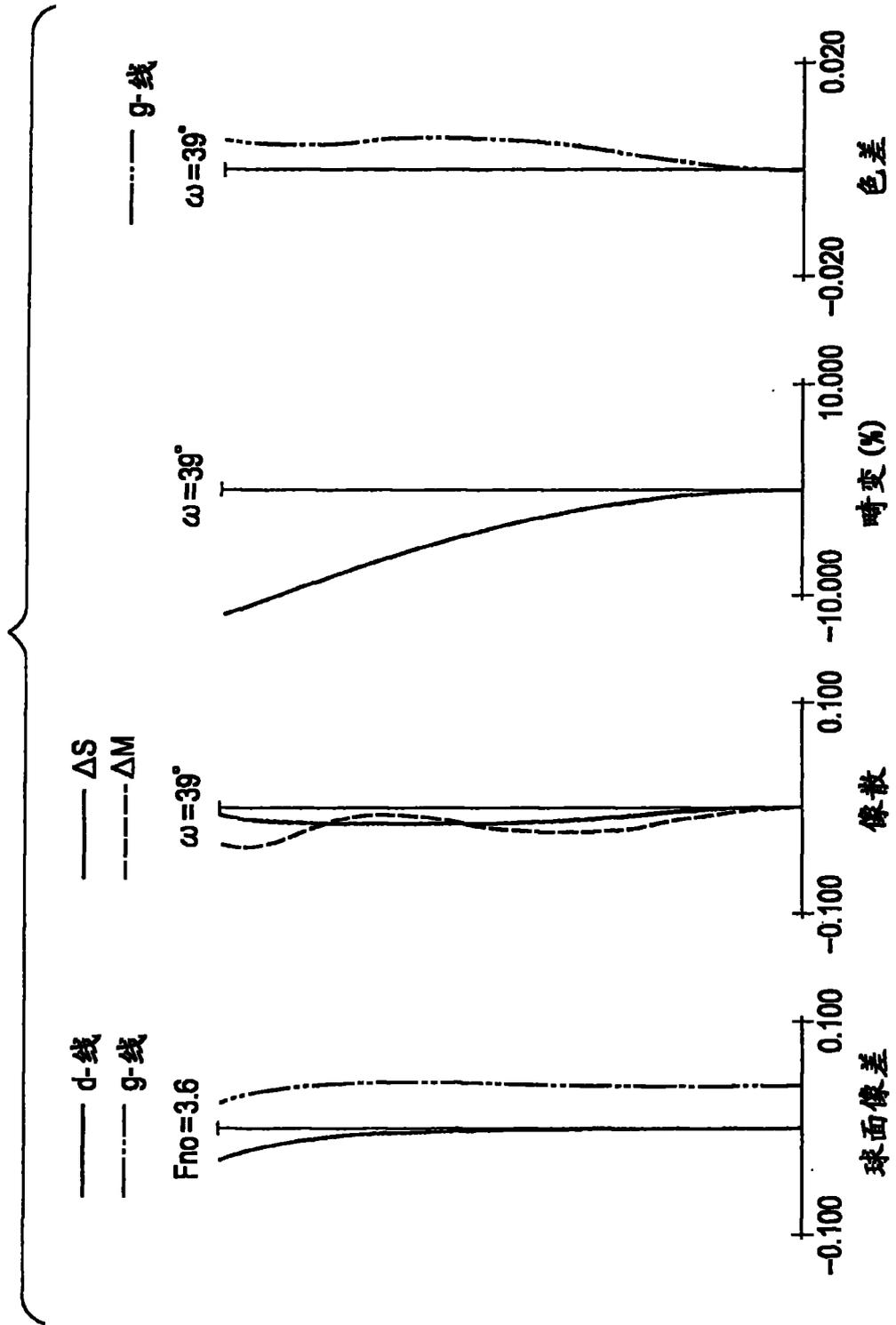


图 6A

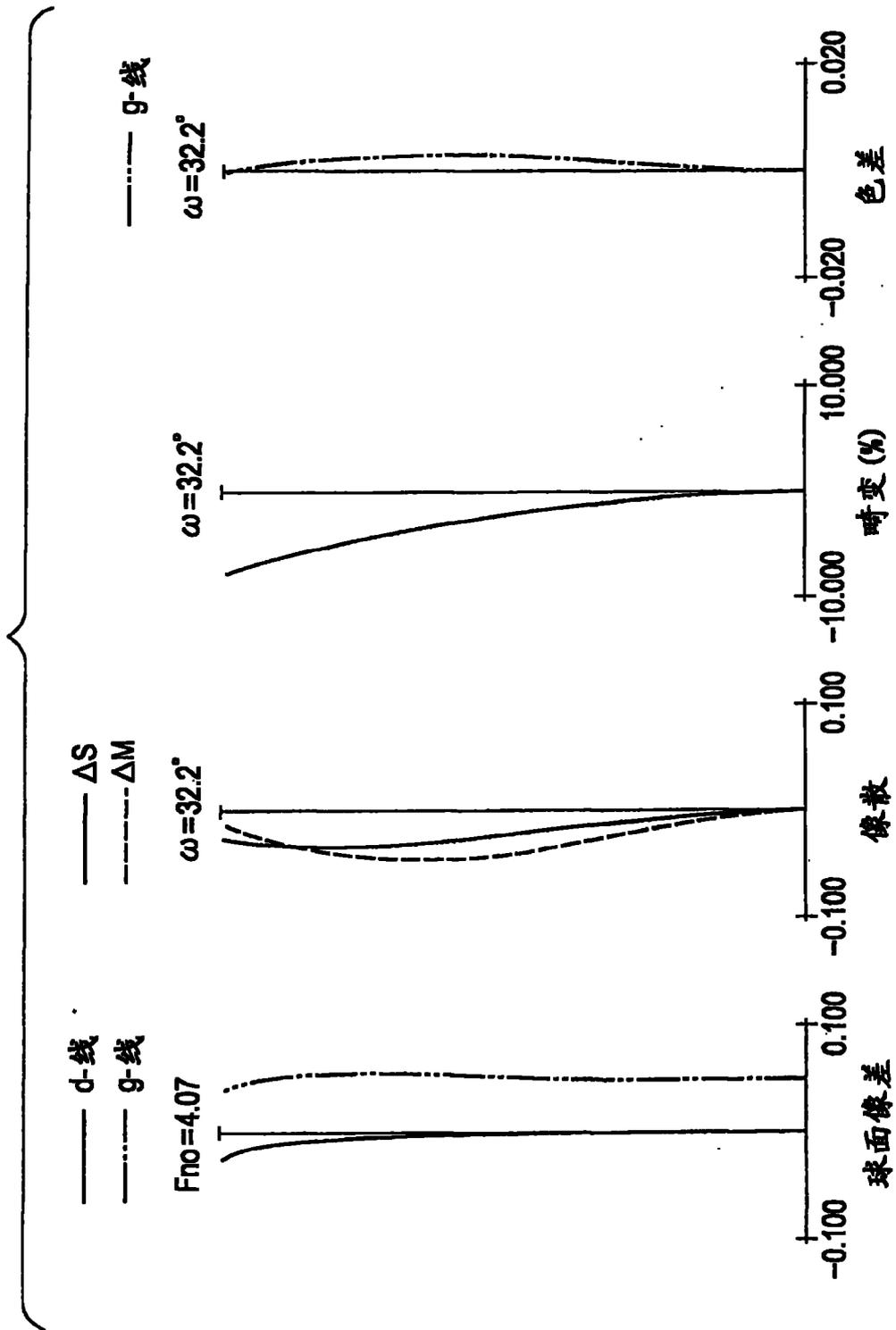


图 6B

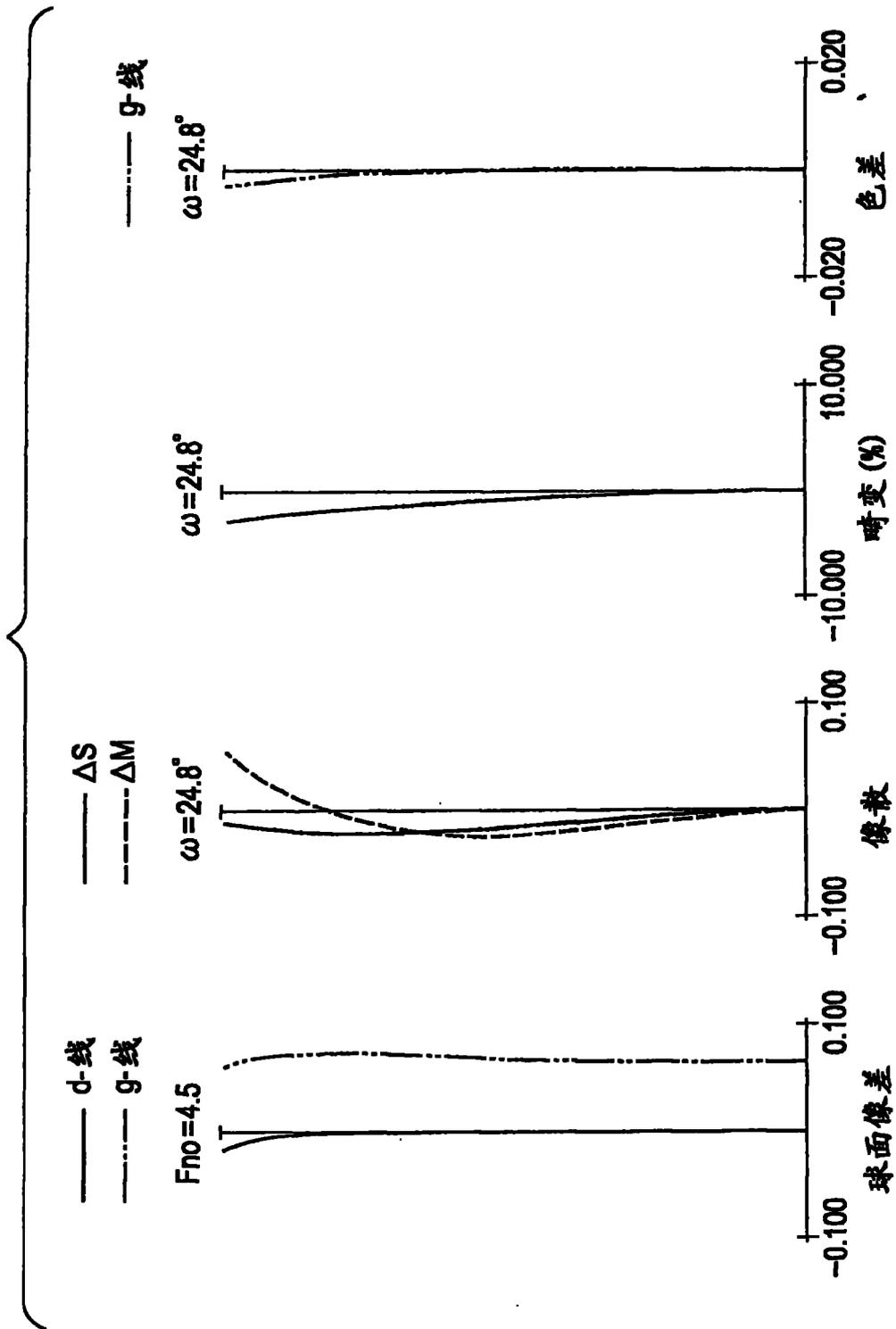


图 6C

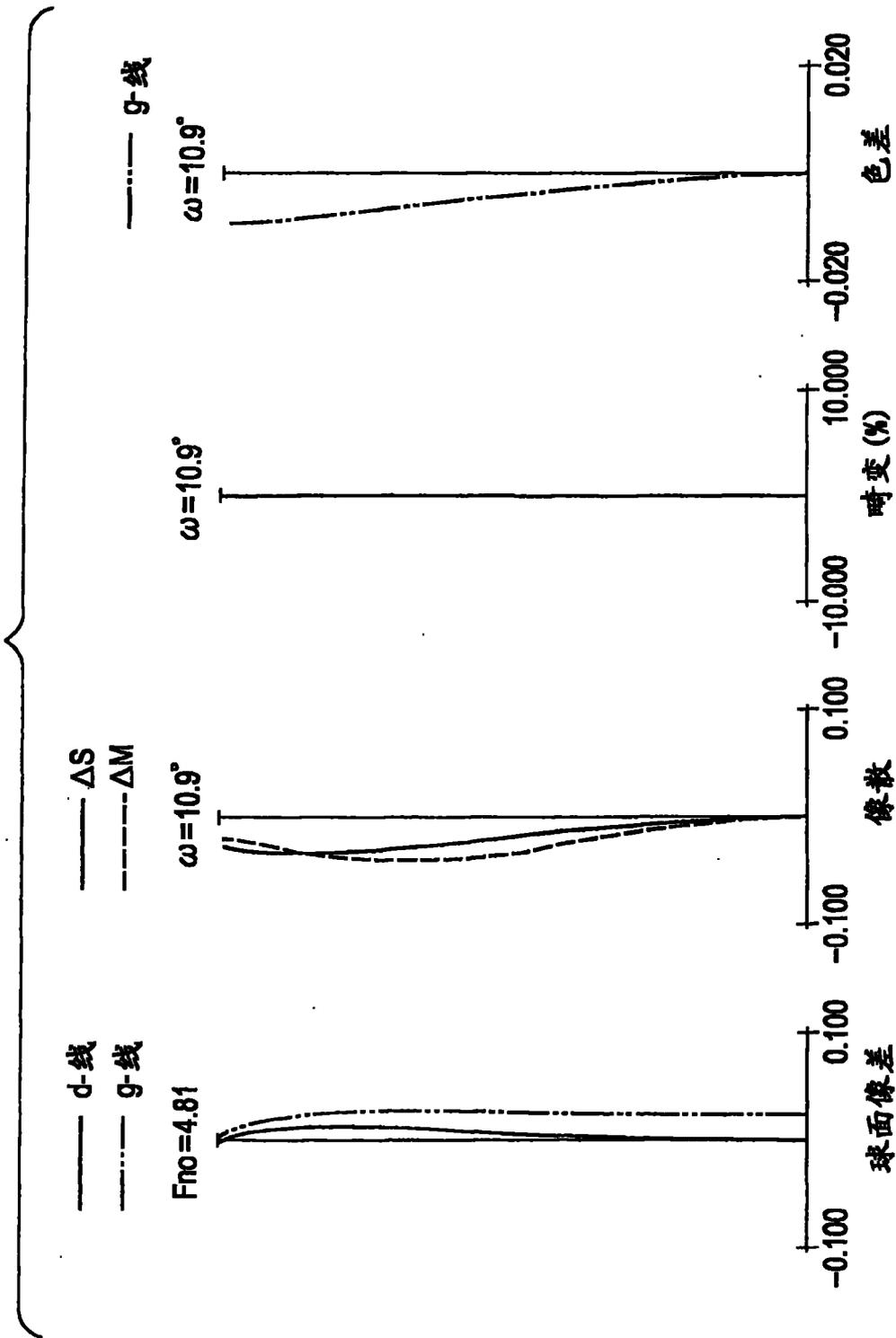


图 6D

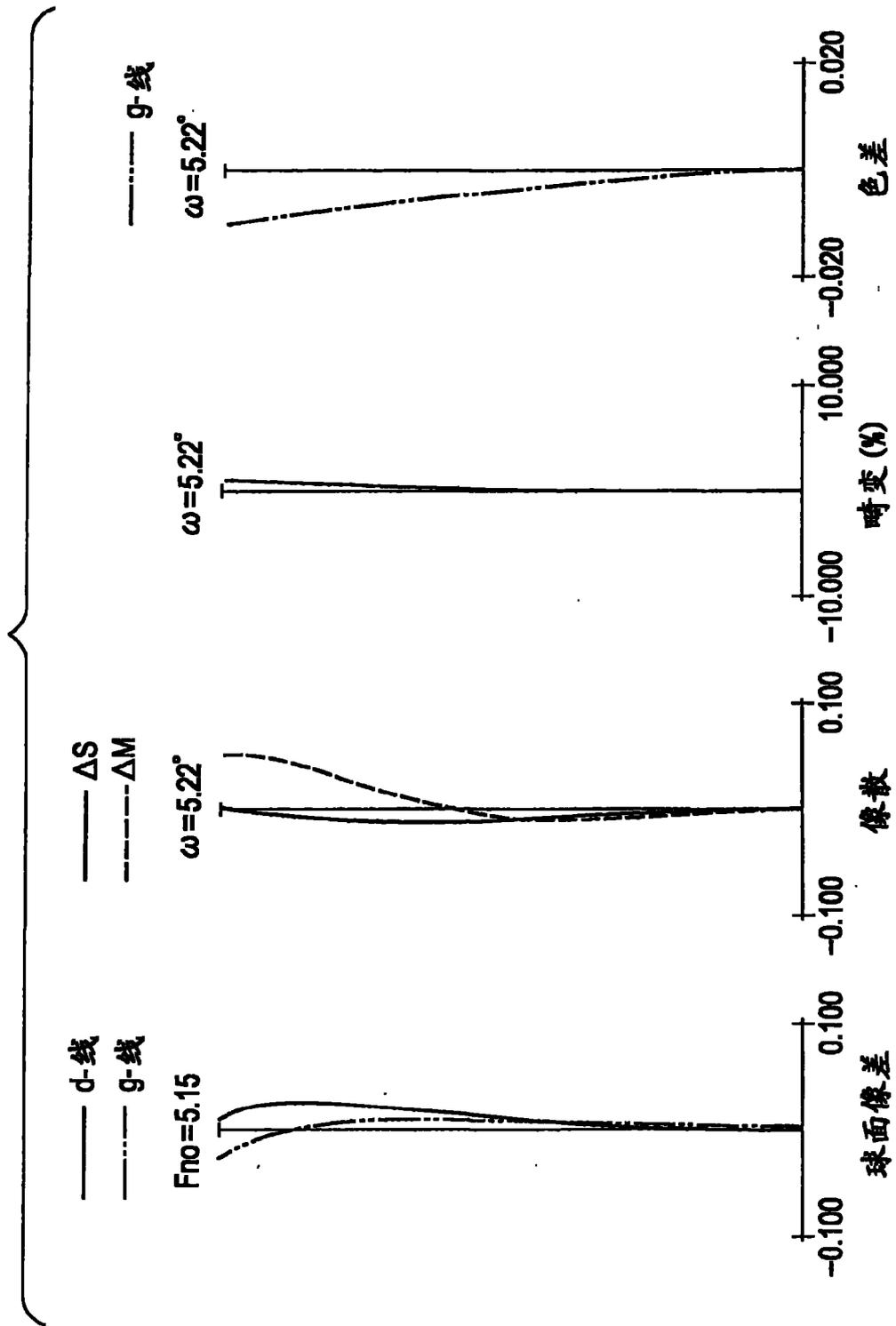


图 6E

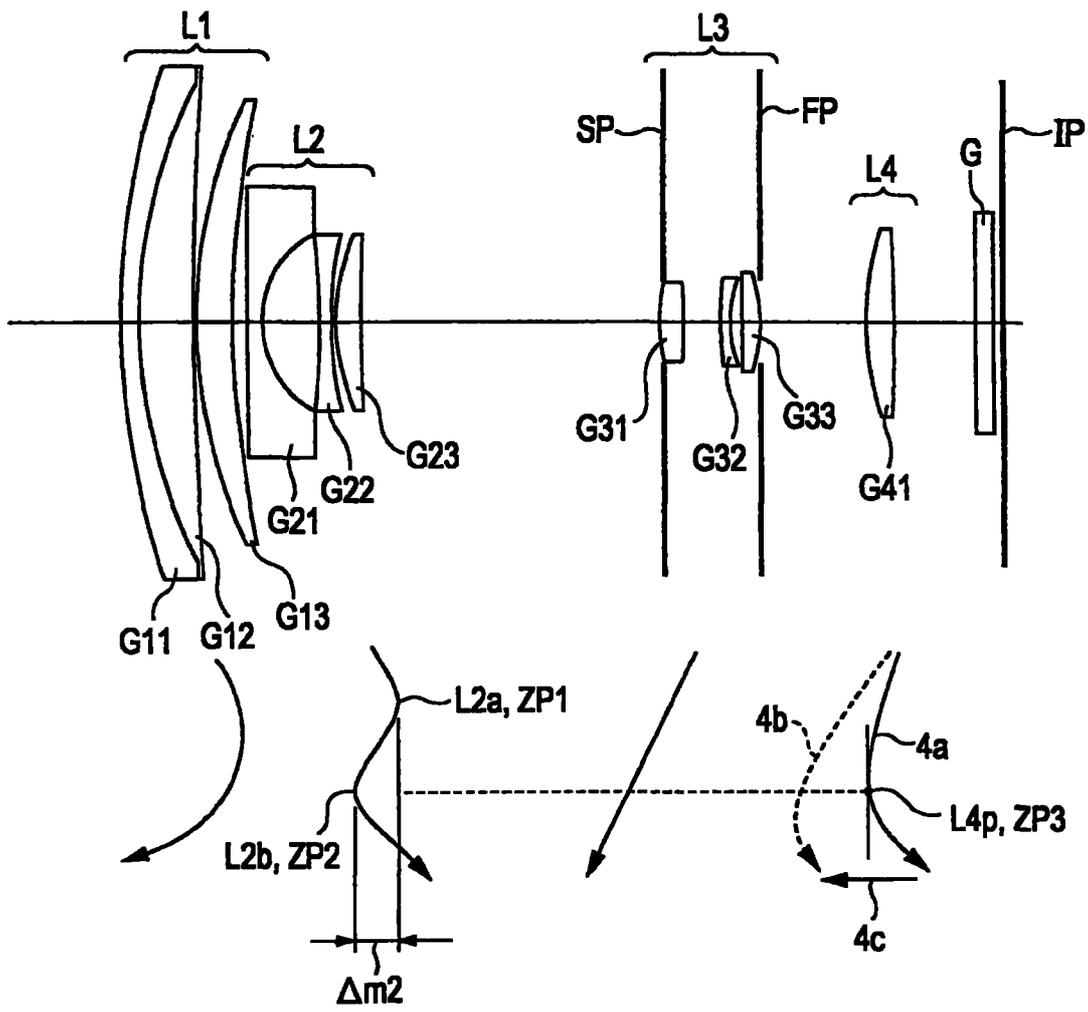


图 7

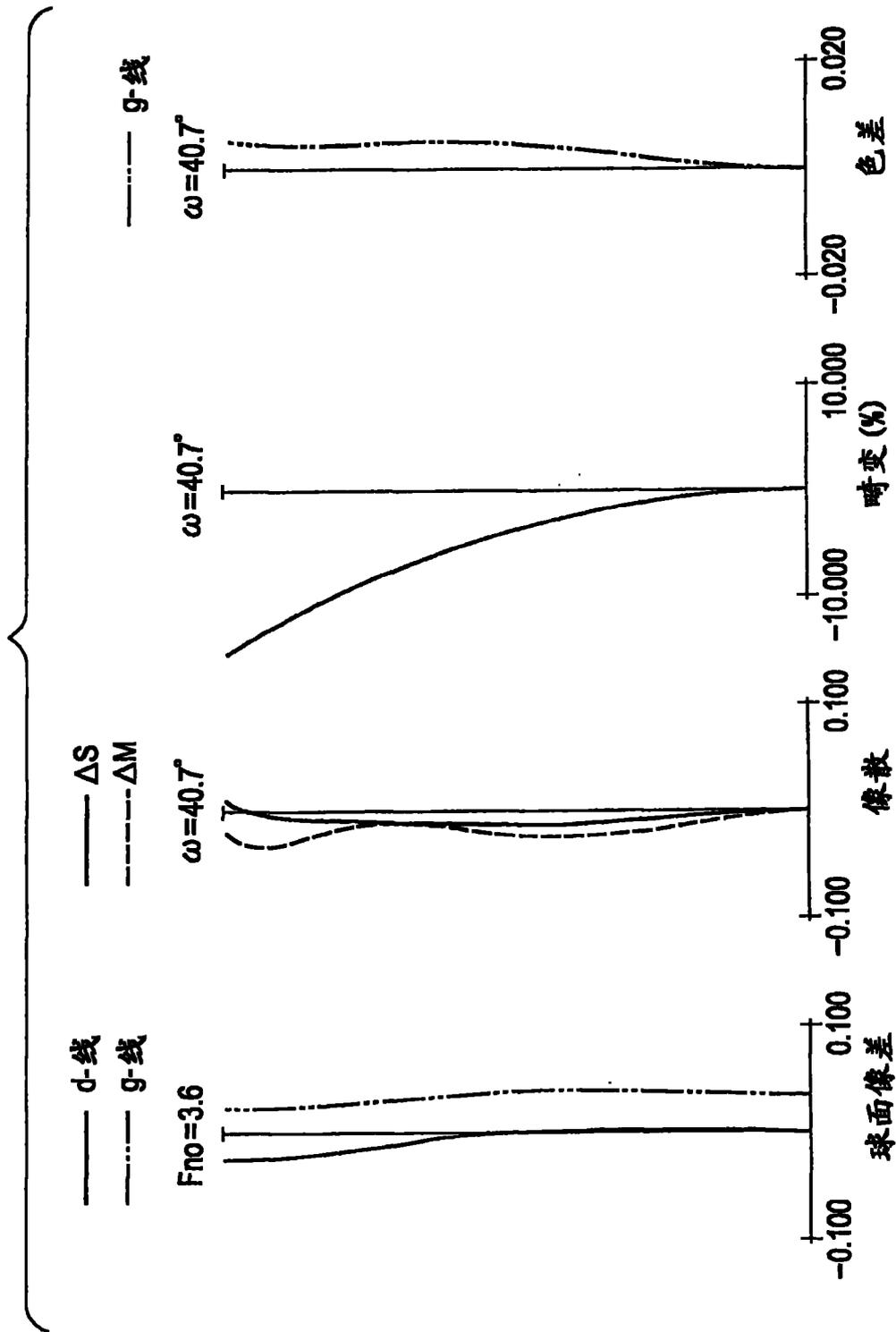


图 8A

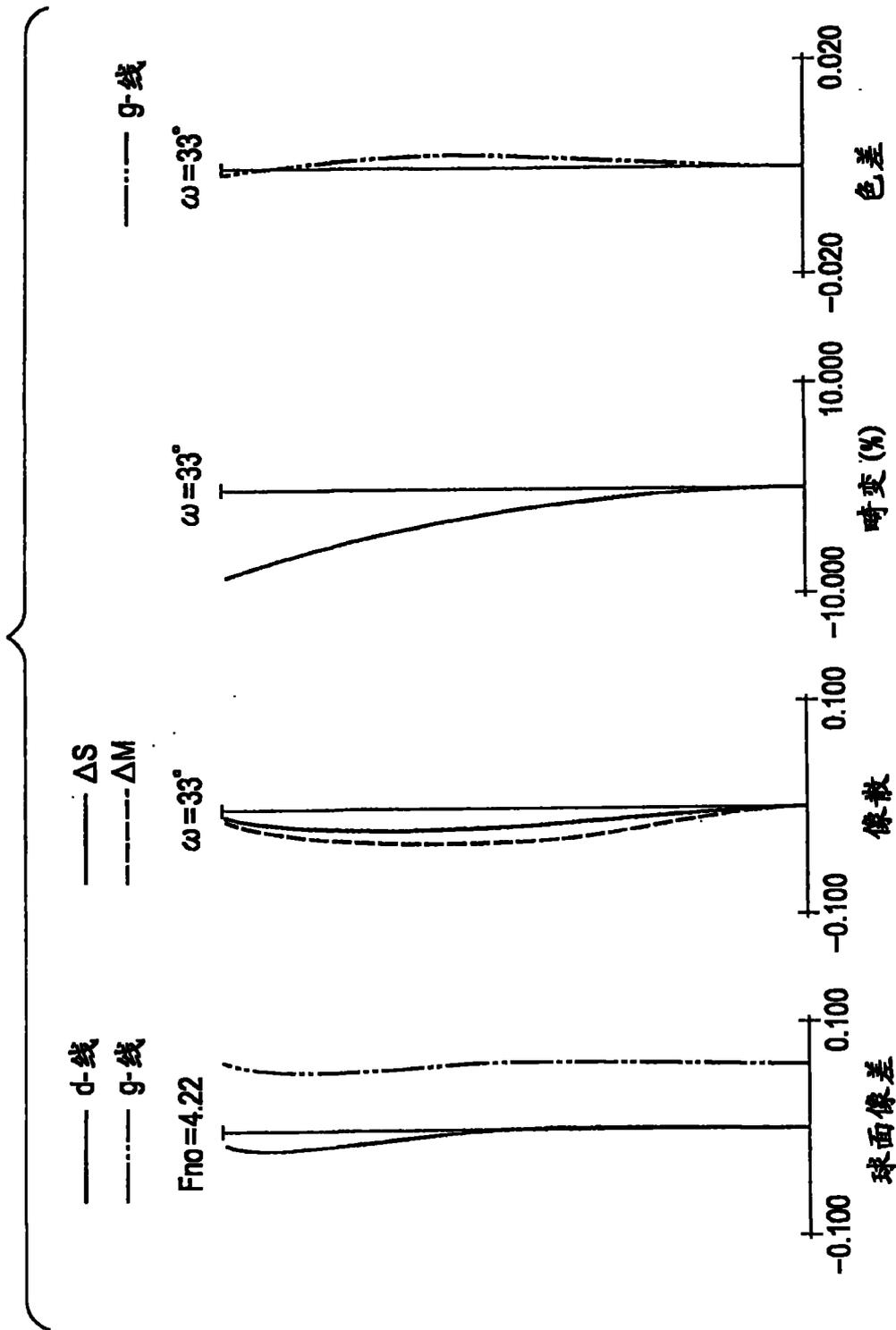


图 8B

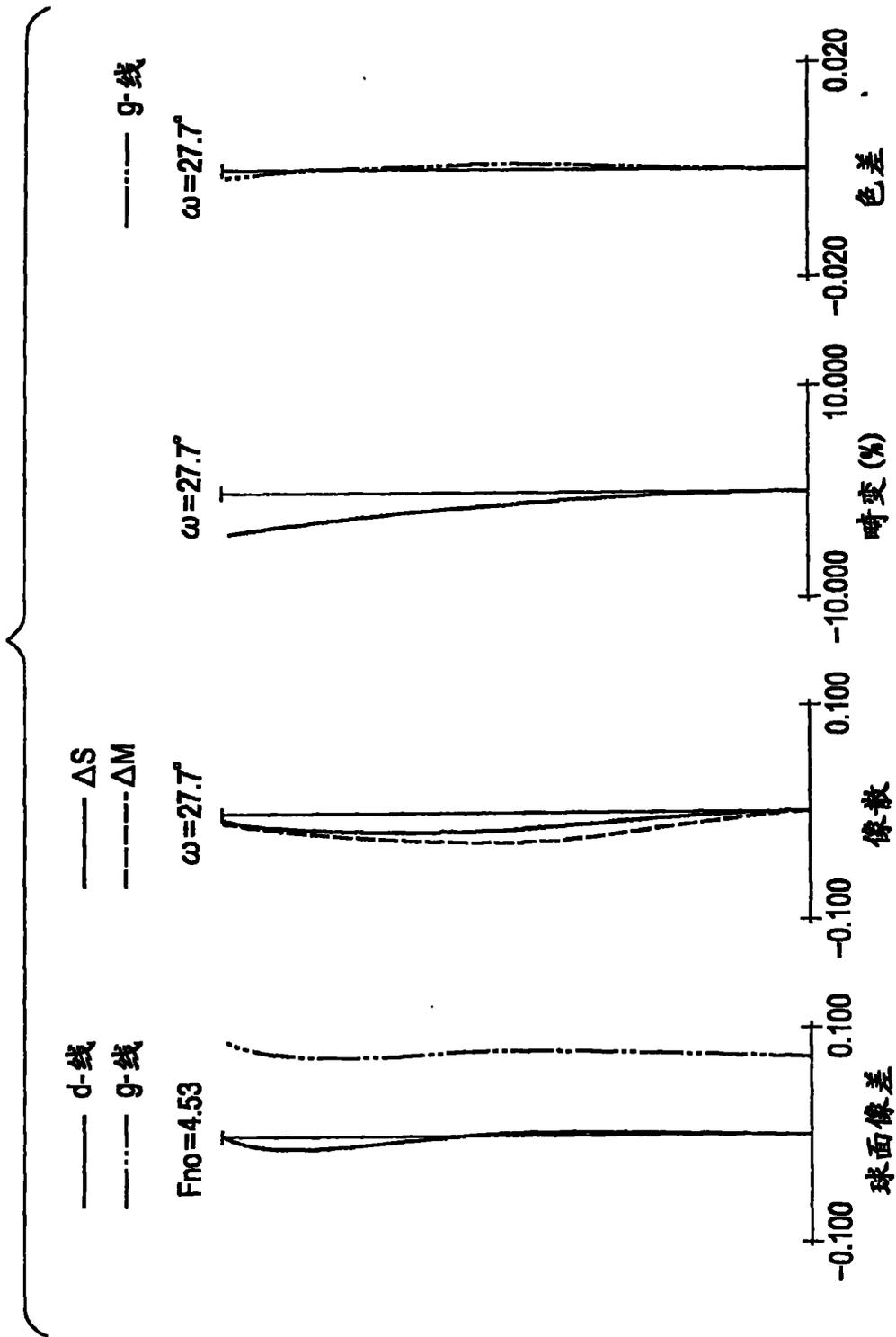


图 8C

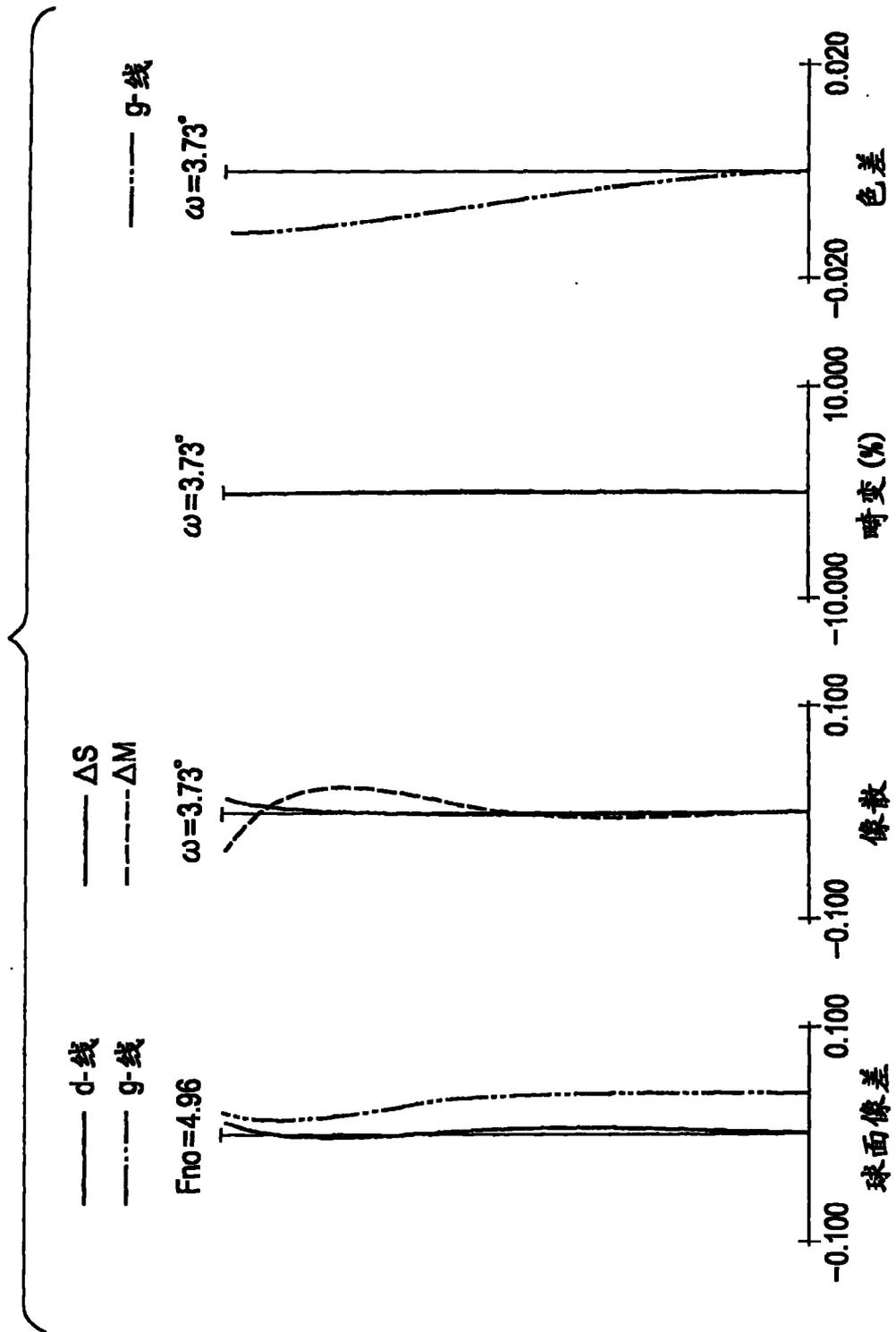


图 8D

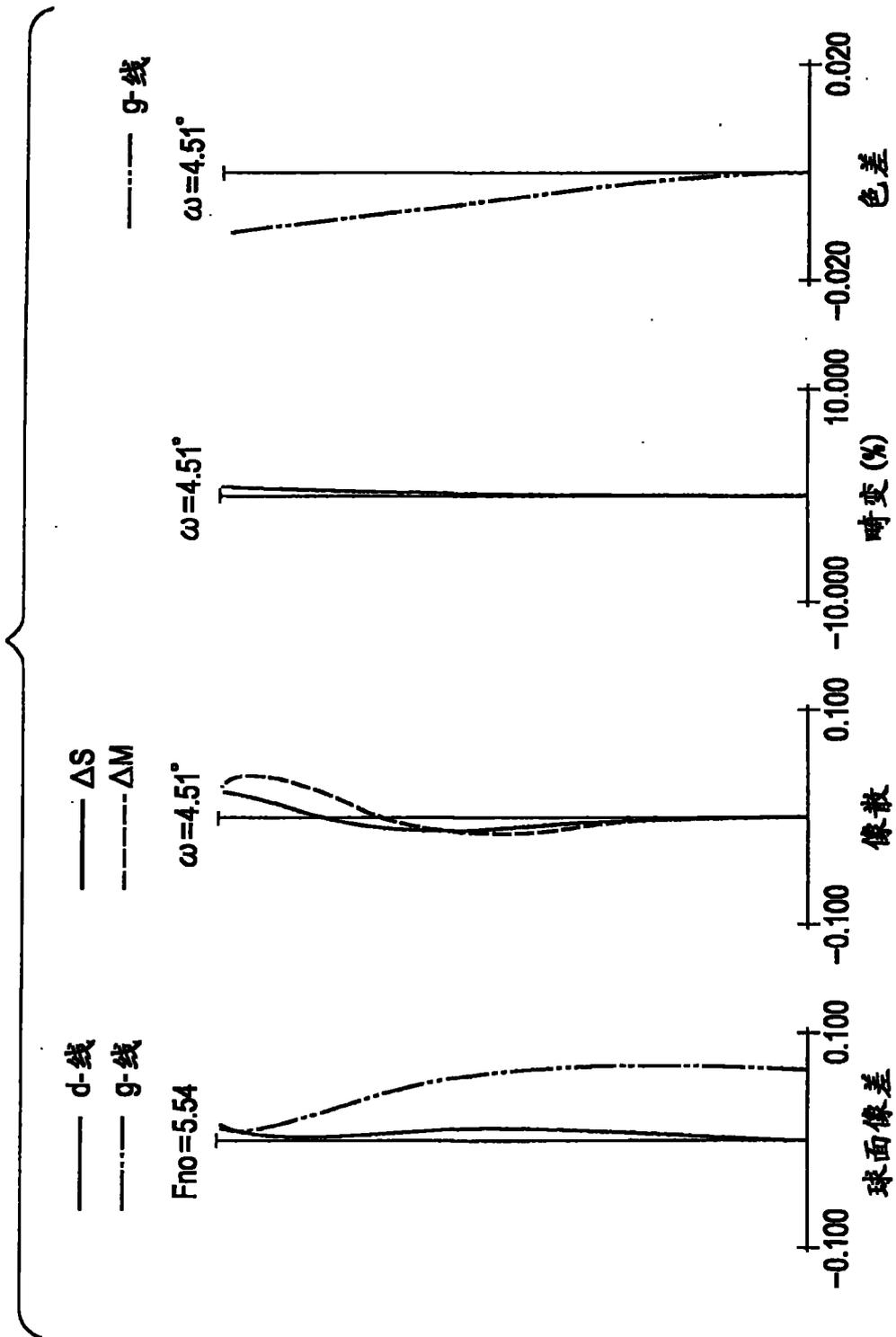


图 8E

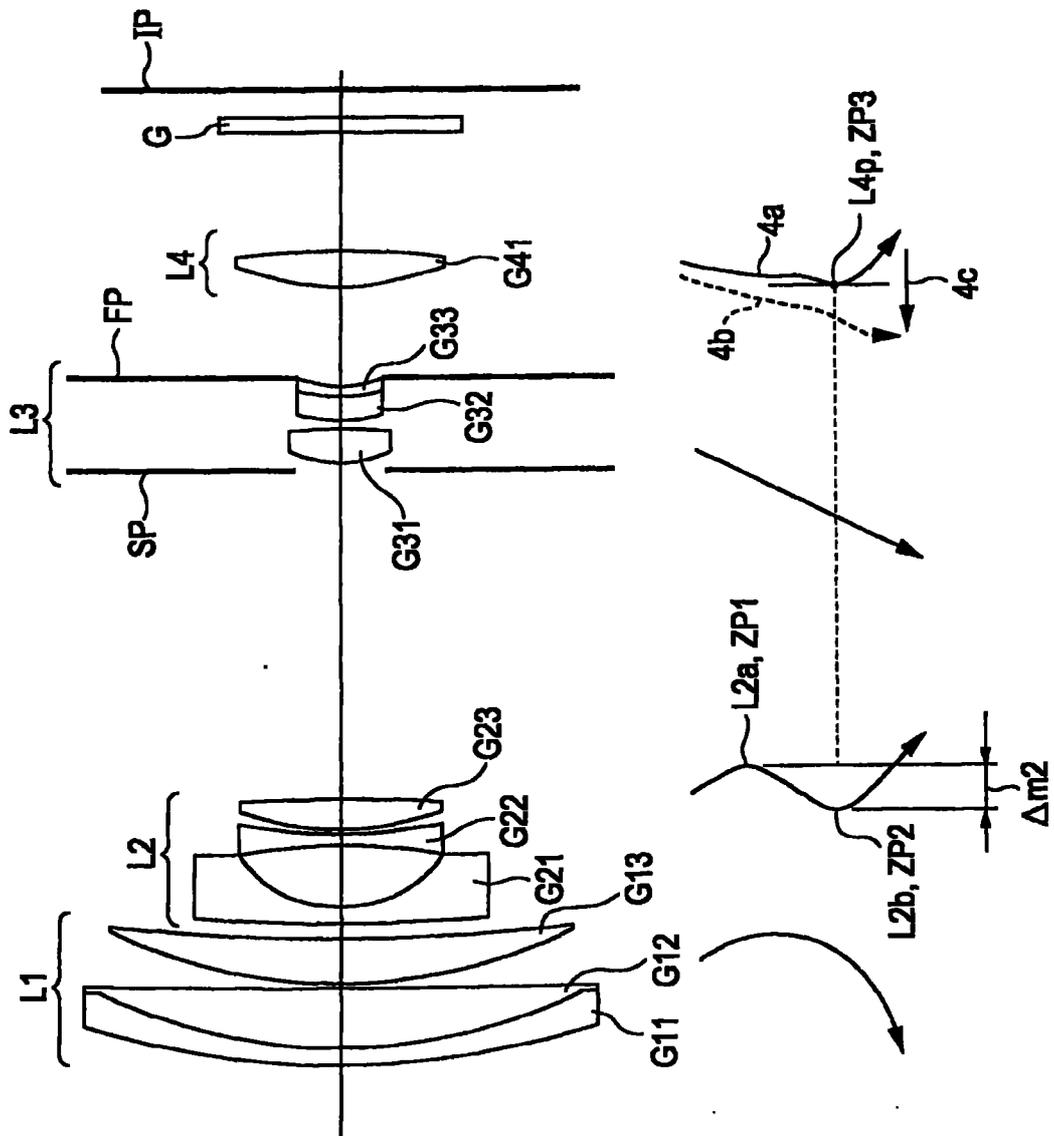


图 9

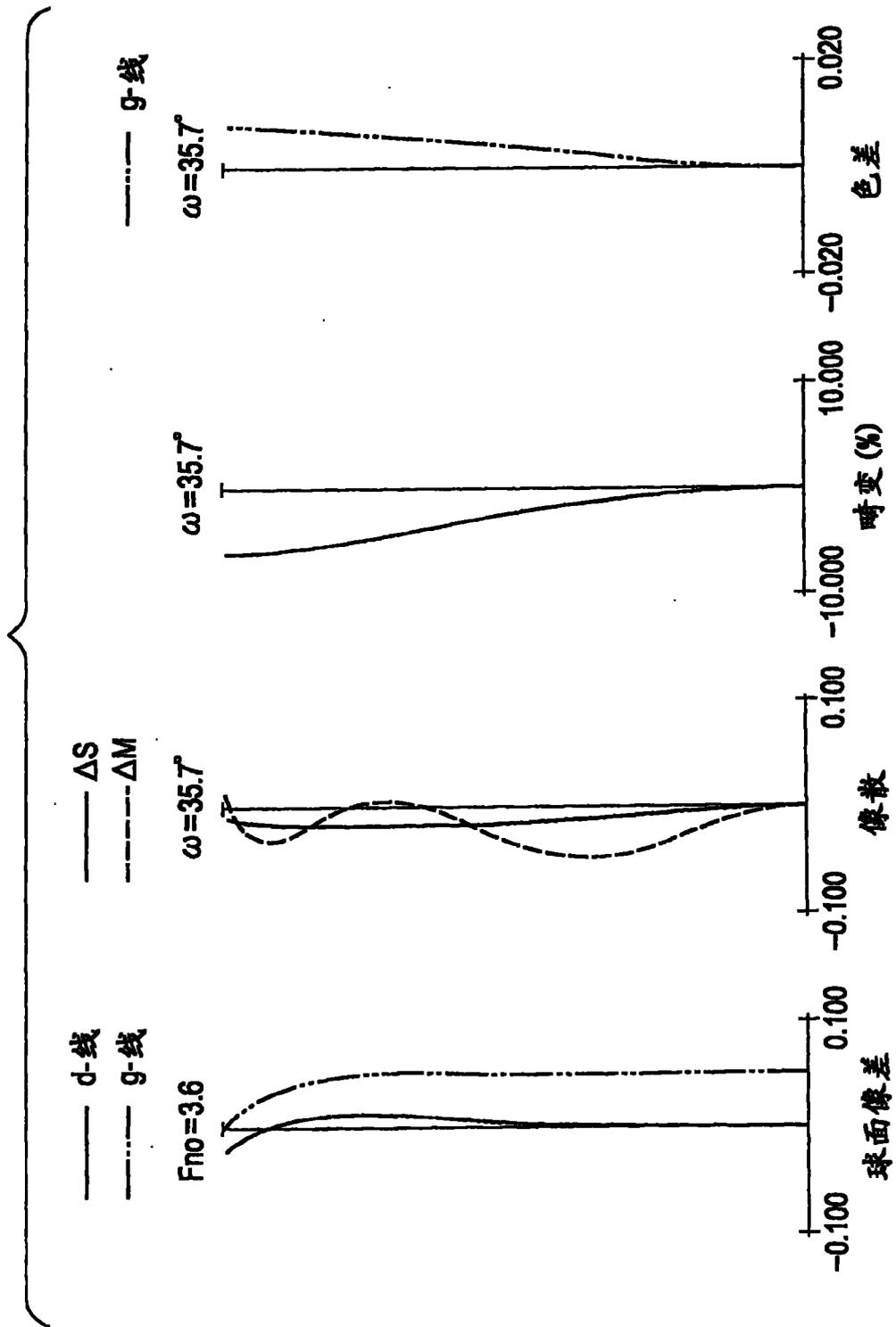


图 10A

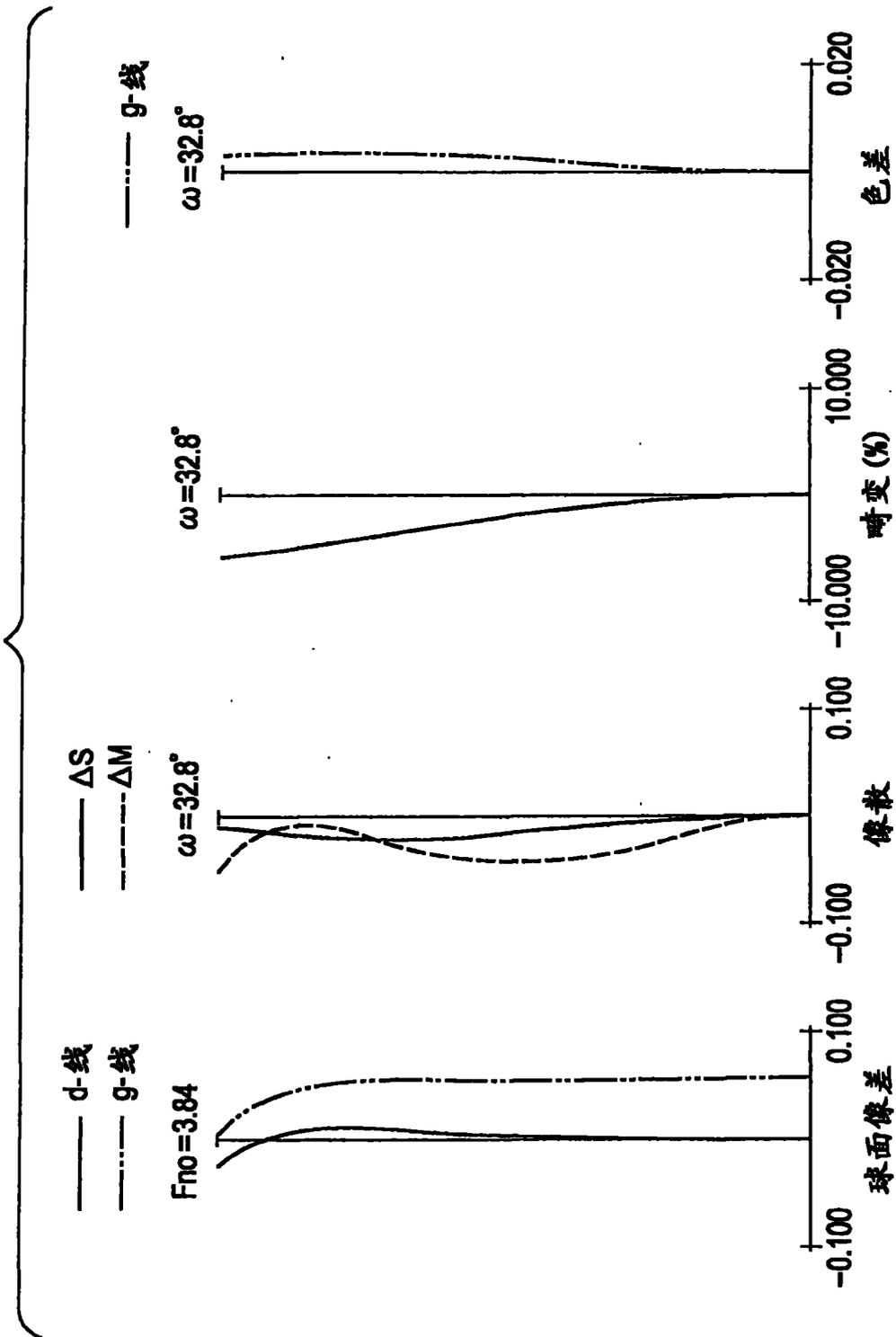


图 10B

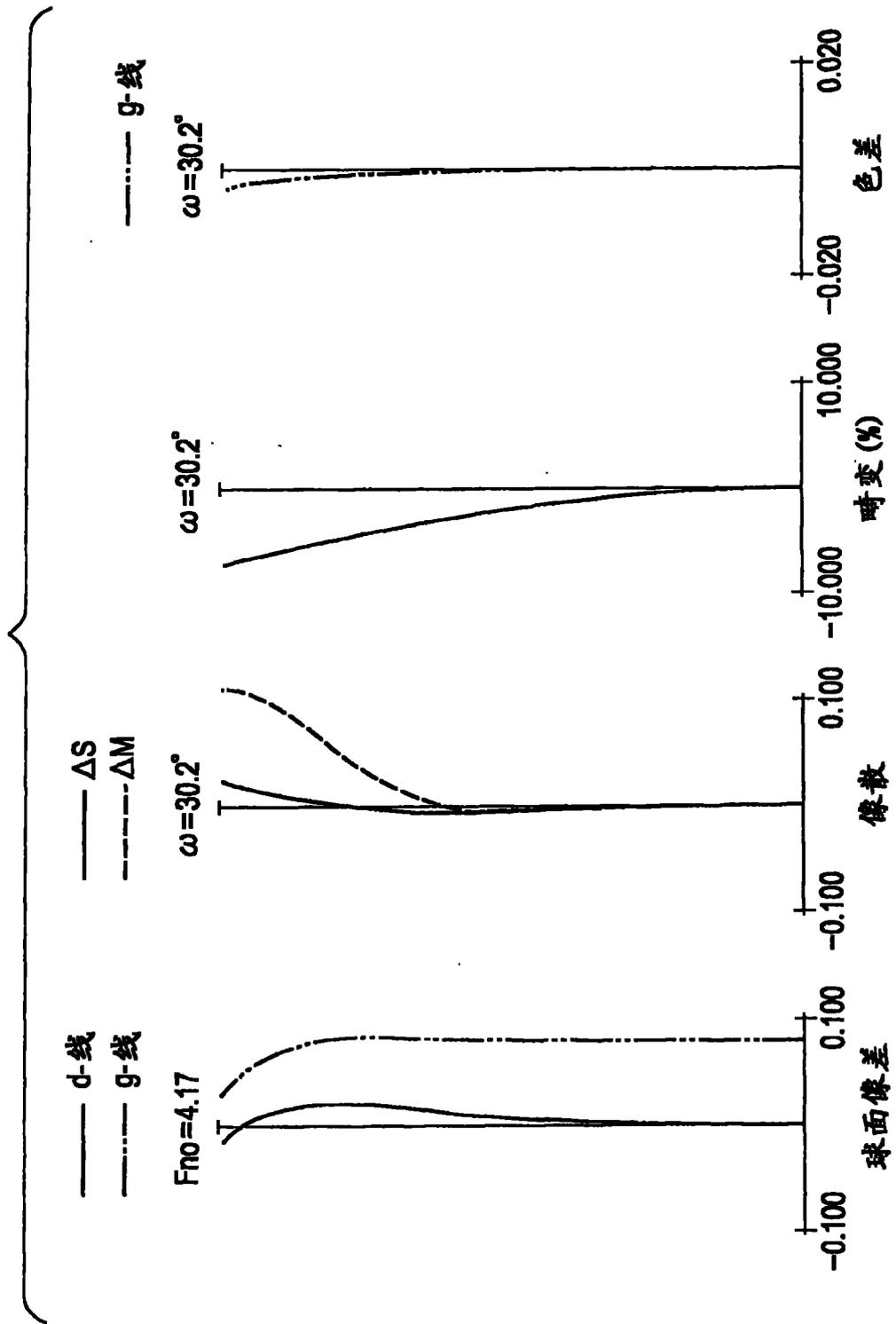


图 10C

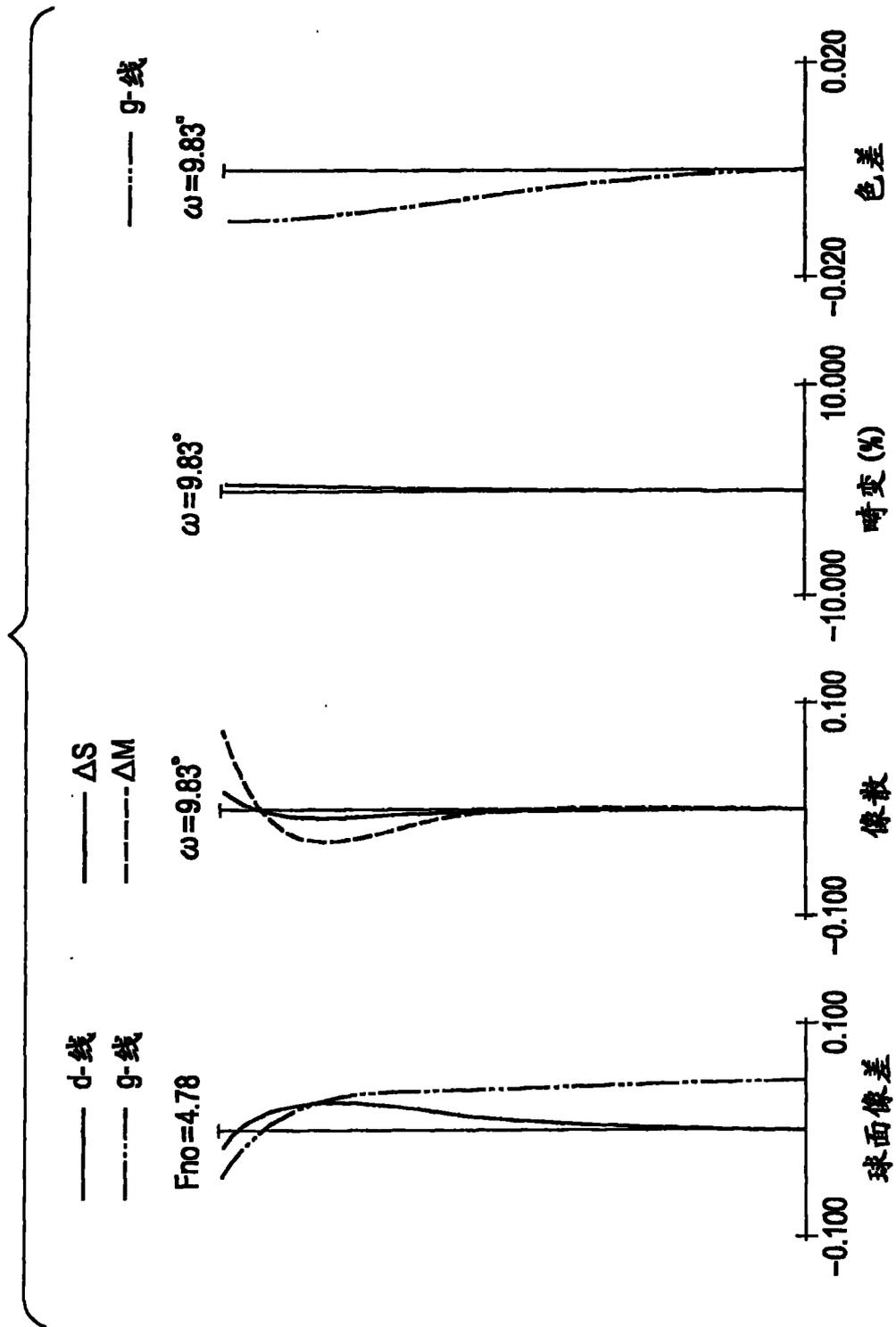


图 10D

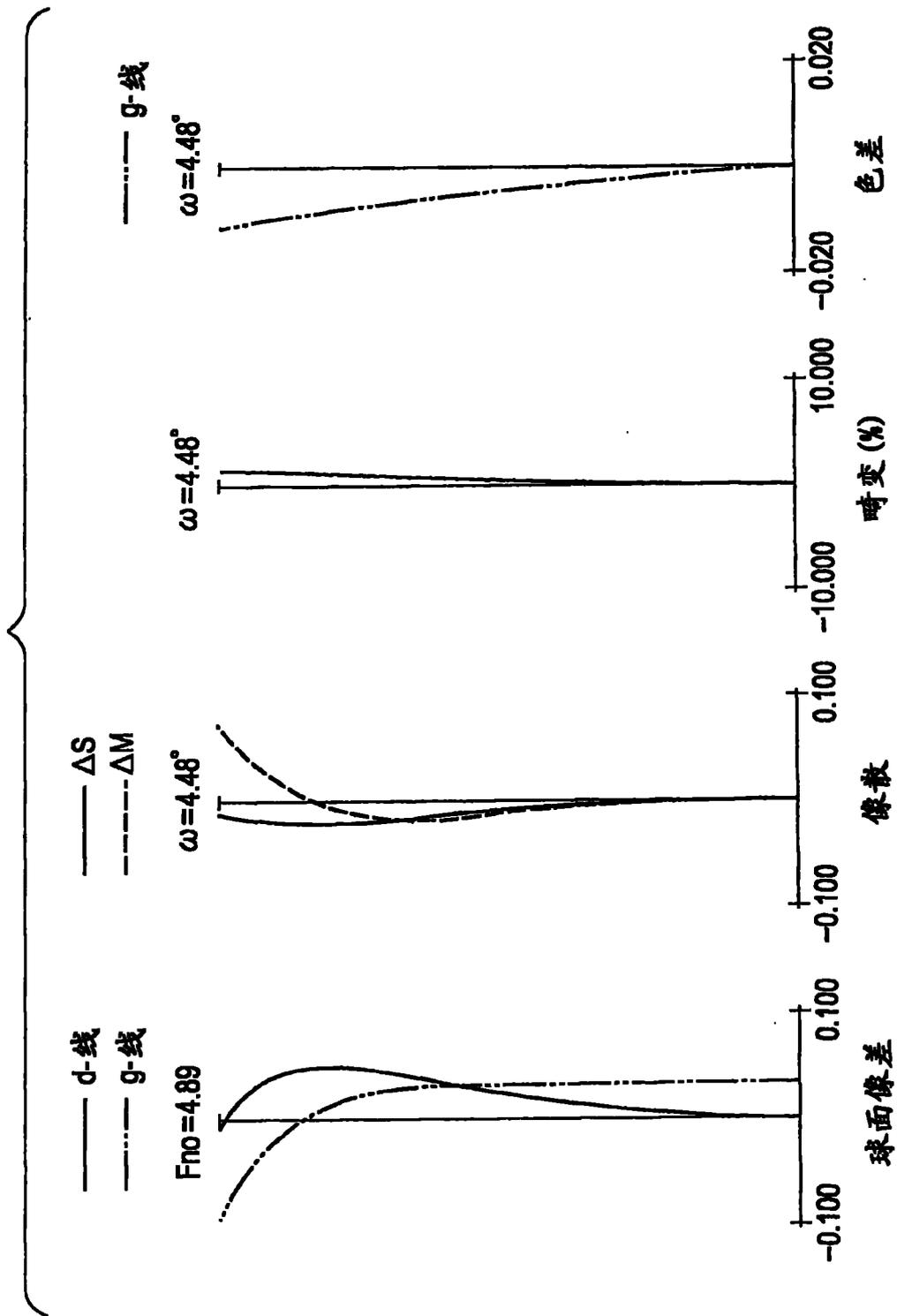


图 10E

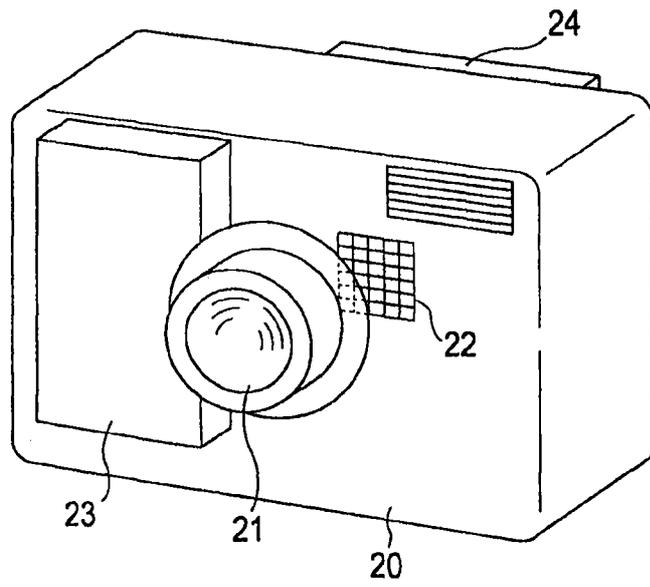


图 11

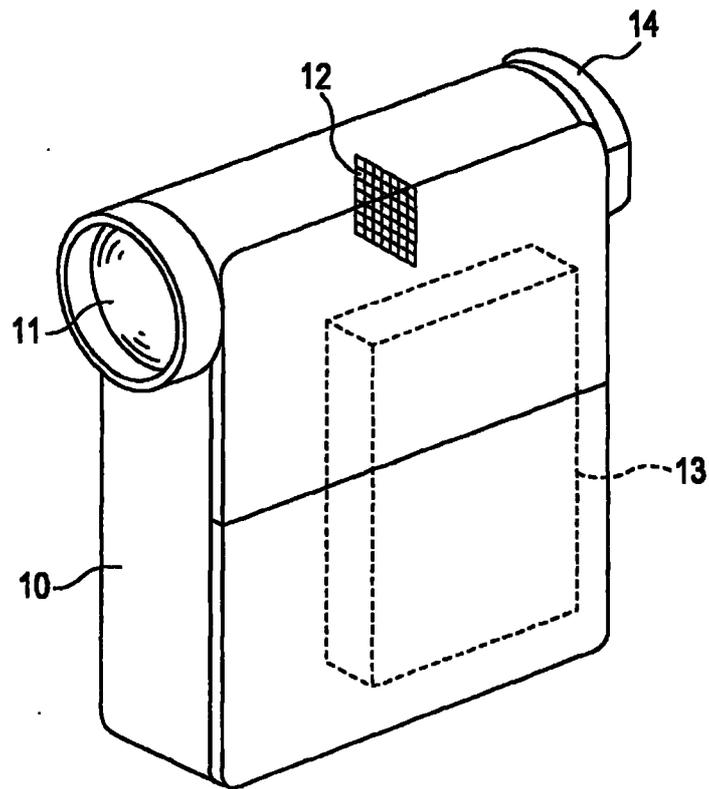


图 12