



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101587233 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 10

(21) 申请号 200910141135. 9

CN 1682141 A, 2005. 10. 12, 全文.

(22) 申请日 2009. 05. 22

JP 特开 2007-47538 A, 2007. 02. 22, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 孙寒

2008-135687 2008. 05. 23 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 萩原泰明

(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

CN 1949018 A, 2007. 04. 18, 全文.

JP 特开 2003-255228 A, 2003. 09. 10, 说明

书 [0165]、附图 2.

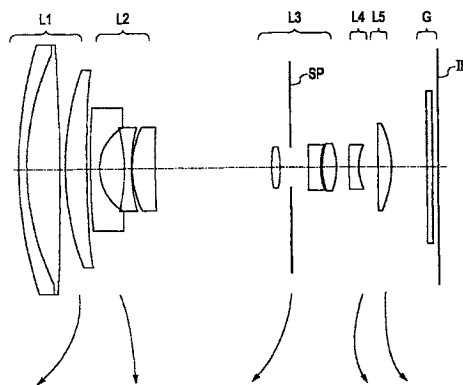
权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图 29 页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取设备

(57) 摘要

公开一种变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取设备。所述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、具有负折光力的第四透镜单元、以及具有正折光力的第五透镜单元。从物侧到像侧依次布置第一到第五透镜单元。在从广角端到望远端变焦期间移动所有透镜单元,使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离增大,第三透镜单元和第五透镜单元之间的距离增大。相对于变焦比恰当地设定第四透镜单元的折光力和第五透镜单元的折光力。



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;

具有负折光力的第四透镜单元;以及

具有正折光力的第五透镜单元;

其中,从物侧到像侧依次布置所述第一透镜单元、所述第二透镜单元、所述第三透镜单元、所述第四透镜单元和所述第五透镜单元,

其中,在从广角端到望远端的变焦期间,所有透镜单元被移动,使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离增大,且第三透镜单元和第五透镜单元之间的距离增大,以及

其中,满足下述条件:

$$0.01 \leq (|f_4|/f_5)/Z \leq 0.11$$

$$Z = f_t/f_w$$

其中, f_4 是第四透镜单元的焦距, f_5 是第五透镜单元的焦距, f_w 是整个变焦透镜系统在广角端的焦距,而 f_t 是整个变焦透镜系统在望远端的焦距,以及

其中,满足下述条件:

$$0.07 \leq |f_2|/f_t \leq 0.15,$$

其中 f_2 是第二透镜单元的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下述条件:

$$0.10 \leq (f_5/|f_2|)/Z \leq 0.25$$

其中 f_2 是第二透镜单元的焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下述条件:

$$0.01 \leq (\beta_{3t}/\beta_{3w})/Z \leq 0.20$$

其中, β_{3w} 和 β_{3t} 分别是第三透镜单元在广角端和望远端的横向放大倍率。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足下述条件:

$$0.01 \leq (|\beta_{5t}|/|\beta_{5w}|)/Z \leq 0.14$$

其中, β_{5w} 和 β_{5t} 分别是第五透镜单元在广角端和望远端的横向放大倍率。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中能够通过沿具有垂直于变焦透镜的光轴的分量的方向移动第三透镜单元的部分或全体来改变成像位置。

6. 根据权利要求1的变焦透镜,其中第三透镜单元包括一个或多个正透镜和一个或多个负透镜,其中所述一个或多个正透镜包括放置在离物侧最近的位置的正透镜,以及

其中,第三透镜单元中包括的正透镜中的至少一个为非球面透镜。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中通过沿变焦透镜的光轴移动第四透镜单元或第五透镜单元来执行聚焦。

8. 一种图像拾取设备,其包括:

根据权利要求1至7中任一项所述的变焦透镜;以及

接收变焦透镜形成的图像的图像拾取元件。

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取设备,更具体地,涉及适合于在静态照相机、视频摄像机、数字静态照相机、监视照相机等中使用的变焦透镜等,以及包括所述变焦透镜的图像拾取设备。

背景技术

[0002] 近来,已普遍使用包括诸如 CCD 和 CMOS 器件之类的固态图像拾取元件的数字静态照相机和数字视频摄像机。固态图像拾取元件中包括的像素数量已增大,因此具有高光学性能的小型高放大倍率光学系统已被广泛使用。

[0003] 例如,美国专利 No. 7, 177, 092 讨论了具有从广角范围到望远范围的高变焦比(大约为 10)的宽视场角变焦透镜。

[0004] 此外,日本专利特开 No. 2007-47538 讨论了具有从广角范围到望远范围的高变焦比(大约为 10)的小型变焦透镜。

[0005] 在根据美国专利 No. 7, 177, 092 的变焦透镜中,广角端的视场角 2ω 为 76° ,而变焦比约为 10。因此,获得大的视场角和高变焦比。然而,望远端的总体透镜长度相对较大。

[0006] 根据日本专利特开 No. 2007-47538,提供了具有约为 10 的高变焦比的小型变焦透镜。然而,在从广角端到望远端的变焦过程中,子午截面中出现大的像面变化。

发明内容

[0007] 本发明提供了具有高光学性能和广角端的大视场角的小型高变焦比变焦透镜,以及包括所述变焦透镜的图像拾取设备。

[0008] 根据本发明的一个方面,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、具有负折光力的第四透镜单元、以及具有正折光力的第五透镜单元。从物侧到像侧依次布置所述第一透镜单元、所述第二透镜单元、所述第三透镜单元、所述第四透镜单元和所述第五透镜单元。在从广角端到望远端变焦期间,所有透镜单元被移动,使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离增大,第三透镜单元和第五透镜单元之间的距离增大。满足下述条件:

[0009] $0.01 \leq (|f_4|/f_5)/Z \leq 0.11$

[0010] $Z = f_t/f_w$

[0011] 其中, f_4 是第四透镜单元的焦距, f_5 是第五透镜单元的焦距, f_w 是整个变焦透镜系统在广角端的焦距,而 f_t 是整个变焦透镜系统在望远端的焦距。

[0012] 参照附图,本发明的更多特征将从示例性实施例的下述描述变得清晰。

附图说明

[0013] 图 1 是根据本发明的第一数值例子的变焦透镜在广角端的截面图;

[0014] 图 2A 至 2C 示出根据本发明的第一数值例子的变焦透镜的像差图;

- [0015] 图 3 是根据本发明的第二数值例子的变焦透镜在广角端的截面图；
[0016] 图 4A 至 4C 示出根据本发明的第二数值例子的变焦透镜的像差图；
[0017] 图 5 是根据本发明的第三数值例子的变焦透镜在广角端的截面图；
[0018] 图 6A 至 6C 示出根据本发明的第三数值例子的变焦透镜的像差图；
[0019] 图 7 是根据本发明的第四数值例子的变焦透镜在广角端的截面图；
[0020] 图 8A 至 8C 示出根据本发明的第四数值例子的变焦透镜的像差图；
[0021] 图 9 是根据本发明的第五数值例子的变焦透镜在广角端的截面图；
[0022] 图 10A 至 10C 示出根据本发明的第五数值例子的变焦透镜的像差图；
[0023] 图 11 是根据本发明的第六数值例子的变焦透镜在广角端的截面图；
[0024] 图 12A 至 12C 示出根据本发明的第六数值例子的变焦透镜的像差图；
[0025] 图 13 是根据本发明的第七数值例子的变焦透镜在广角端的截面图；
[0026] 图 14A 至 14C 示出根据本发明的第七数值例子的变焦透镜的像差图；
[0027] 图 15 是示出根据本发明的实施例的图像拾取设备的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0028] 将参照附图描述根据本发明的实施例的变焦透镜。

[0029] 根据本发明的实施例的每一个变焦透镜，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、具有负折光力的第四透镜单元、以及具有正折光力的第五透镜单元。

[0030] 在根据本发明的实施例的每一个变焦透镜中，所有的透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间移动。更具体地讲，透镜单元移动，使得第一和第二透镜单元 L1 和 L2 之间的距离在望远端比在广角端大，且第三和第五透镜单元 L3 和 L5 之间的距离在望远端比在广角端大。

[0031] 因为所有透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间移动，可增大变焦比并同时减小尺寸。

[0032] 更具体地讲，在变焦期间，通过增大第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离而改变放大倍率。然而，第三透镜单元 L3 也在变焦期间移动，从而在望远端，入射光瞳可移动至合适的位置。因此，可减小透镜直径。

[0033] 因为第三透镜单元 L3 移动，所以第三透镜单元 L3 也为由第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 提供的改变放大倍率的功能作出贡献。因此，可减小第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的为了改变放大倍率的移动量。其结果是，可减小望远端的整体透镜长度（第一透镜单元 L1 中离物侧最近的透镜表面和像面 IP 之间沿光轴的距离）。

[0034] 此外，因为第五透镜单元 L5 也在变焦期间移动，可进一步增大变焦比。可通过在从广角端到望远端的变焦期间增大第三透镜单元 L3 和第五透镜单元 L5 之间的距离，获得高变焦比。

[0035] 当 f_4 是第四透镜单元 L4 的焦距， f_5 是第五透镜单元 L5 的焦距， f_w 是整个系统在广角端的焦距，且 f_t 为整个系统在望远端的焦距时，适当地设定第四透镜单元 L4 的折光力和第五透镜单元 L5 的折光力，以满足下述条件：

[0036] $0.01 \leq (|f_4|/f_5)/Z \leq 0.11 \dots (1)$

[0037] $Z = f_t/f_w$

[0038] 条件表达式 (1) 涉及第四和第五透镜单元 L4 和 L5 的折光力之间的比相对于变焦操作中的变焦比 Z 的比率。

[0039] 根据本发明,为了获得高变焦比,第四透镜单元和第五透镜单元在变焦期间移动。通过适当地设定第四和第五透镜单元的折光力,同时可增大变焦比,可改善光学性能,并且可减小尺寸。

[0040] 如果条件表达式 (1) 的值小于其下限,则广角范围中出现大的像面变化,并且难以保持高光学性能。此外,第四透镜单元 L4 的移动量增大,因此难以减小系统的尺寸。

[0041] 如果条件表达式 (1) 的值大于其上限,则望远范围中出现大的像面变化。此外,如果增大第五透镜单元 L5 的移动量以获得高变焦比,则难以减小整个系统的尺寸。

[0042] 将在下面详细描述根据本发明的实施例的变焦透镜的结构。

[0043] 图 1 是根据本发明的第一数值例子的变焦透镜在广角端(短焦距端)的截面图。图 2A 至 2C 示出根据本发明的第一数值例子的变焦透镜的像差图。

[0044] 图 3 是根据本发明的第二数值例子的变焦透镜在广角端的截面图。图 4A 至 4C 示出根据本发明的第二数值例子的变焦透镜的像差图。

[0045] 图 5 是根据本发明的第三数值例子的变焦透镜在广角端的截面图。图 6A 至 6C 示出根据本发明的第三数值例子的变焦透镜的像差图。

[0046] 图 7 是根据本发明的第四数值例子的变焦透镜在广角端的截面图。图 8A 至 8C 示出根据本发明的第四数值例子的变焦透镜的像差图。

[0047] 图 9 是根据本发明的第五数值例子的变焦透镜在广角端的截面图。图 10A 至 10C 示出根据本发明的第五数值例子的变焦透镜的像差图。

[0048] 图 11 是根据本发明的第六数值例子的变焦透镜在广角端的截面图。图 12A 至 12C 示出根据本发明的第六数值例子的变焦透镜的像差图。

[0049] 图 13 是根据本发明的第七数值例子的变焦透镜在广角端的截面图。14A 至 14C 示出根据本发明的第七数值例子的变焦透镜的像差图。

[0050] 图 15 是示出根据本发明的实施例的图像拾取设备的主要部分的示意图。

[0051] 根据每一个例子的变焦透镜是诸如视频摄像机、数字照相机或卤化银胶片照相机之类的图像拾取设备中使用的成像透镜系统。在每一个变焦透镜的截面图中,左侧示出了物侧(前方),右侧示出了像侧(后方)。

[0052] 参照截面图,每一个变焦透镜包括:具有正折光力(光焦度,其是焦距的倒数)的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有负折光力的第四透镜单元 L4、以及具有正折光力的第五透镜单元 L5。

[0053] SP 表示 F 值确定部件(下文中也称为“孔径光阑”),其充当确定(限制)开放 F 值(F_{no})光通量的孔径光阑。

[0054] IP 表示像面。在变焦透镜用作视频摄像机或数字静态照相机的成像光学系统的情况下,诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器之类的固态图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取平面位于所述像面 IP 处。在变焦透镜用作卤化银胶片照相机的成像光学系统的情况下,对应于胶片表面的感光表面位于所述像面 IP 处。

[0055] 在示出球面像差的像差图中,实线和双点划线分别为 d 线和 g 线。在示出象散的

像差图中, d 线用作基准, 而实线和双点划线分别对应于弧矢像面和区域子午像面。此外, 在示出放大倍率的畸变和色差的像差图中, d 线和 g 线分别用作基准。 F_{no} 表示 F 值, ω 表示半视场角, 而 h 表示像高。

[0056] 广角端和望远端是与其中放大倍率变化透镜单元在沿光轴的机械可移动范围的一端和另一端的状态相对应的变焦位置。

[0057] 在变焦透镜的截面图中, 透镜单元在从广角端至望远端的变焦期间移动的轨迹由箭头示出。

[0058] 在每一个例子中, 在从广角端至望远端的变焦期间, 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 $L4$ 沿向物侧凸出的轨迹移动, 而第五透镜单元 $L5$ 向像侧移动。因此, 在每一个例子中, 变焦透镜中包括的所有透镜单元在从广角端至望远端的变焦期间都移动。

[0059] 现在将描述根据例子的每一个变焦透镜的透镜结构。

[0060] 第一透镜单元 $L1$ 从物侧到像侧依次包括: 包括在像侧具有凹面的负弯月透镜和一个正透镜的粘合透镜、以及在物侧具有凸面的正弯月透镜。

[0061] 在第一例子和第四到第七例子中, 第二透镜单元 $L2$ 从物侧到像侧依次包括: 在像侧具有凹面的负弯月透镜、双凹负透镜、和在物侧具有凸面的正弯月透镜。在第二和第三例子中, 第二透镜单元 $L2$ 从物侧到像侧依次包括: 在像侧具有凹面的两个负弯月透镜、在物侧具有凹面的负弯月透镜、和在物侧具有凸面的正透镜。

[0062] 因此, 在第二透镜单元 $L2$ 中, 可减小前方的直径并同时减小变焦期间的色差的变化。此外, 在从广角端到望远端的整个变焦范围中, 可适当地校正在望远端的象场弯曲和球面像差的变化。具体地讲, 可在广角端适当地校正象散和畸变。

[0063] 在第一例子和第四到第七例子中, 第三透镜单元 $L3$ 从物侧到像侧依次包括: 双凸正透镜、在像侧具有凹面的负弯月透镜、和双凸正透镜。在第二和第三例子中, 第三透镜单元 $L3$ 从物侧到像侧依次包括: 双凸正透镜、在像侧具有凹面的负弯月透镜、以及包括在像侧具有凹面的负弯月透镜和双凸正透镜的粘合透镜。

[0064] 因此, 第三透镜单元 $L3$ 包括一个或多个正透镜和一个或多个负透镜, 其中, 所述一个或多个正透镜包括放置在离物侧最近的位置的正透镜。第三透镜单元 $L3$ 中包括的正透镜中的至少一个为非球面透镜。根据该结构, 可适当地校正球面像差和象场弯曲。

[0065] 第四透镜单元 $L4$ 由单个负透镜、包括两个负透镜的粘合透镜、或包括正透镜和负透镜的粘合透镜构成。

[0066] 第五透镜单元 $L5$ 由在像侧具有凸面的正透镜、或包括双凸正透镜和在物侧具有凹面的负弯月透镜的粘合透镜构成。

[0067] 可通过沿变焦透镜的光轴移动第四透镜单元 $L4$ 或第五透镜单元 $L5$ 来执行聚焦。在这样的情况下, 可将聚焦期间的像差的变化抑制为相对较低的水平。

[0068] 为了防止振动, 可通过沿具有垂直于变焦透镜的光轴的分量的方向移动第三透镜单元的部分或全体来改变成像位置。在这样的情况下, 可将偏心像差(由于偏心导致的像差)的变化抑制为相对较低的水平。

[0069] 如上所述, 在第一至第七例子中, 第四和第五透镜单元 $L4$ 和 $L5$ 的折光力之间的比相对于变焦比 Z 的比率被恰当地设定为满足条件表达式 (1)。因此, 提供了具有高光学性能

和广角端的大视场角的小型高变焦比的变焦透镜。

[0070] 在每一个例子的变焦透镜中,也可另外地满足下述条件以便解决各种技术问题。

[0071] 也就是说,当 f_2 是第二透镜单元 L2 的焦距,而 f_5 是第五透镜单元 L5 的焦距时,可满足下述条件中的一个或两个。

$$[0072] \quad 0.01 \leq |f_2|/f_t \leq 0.20 \quad \dots (2)$$

$$[0073] \quad 0.10 \leq (f_5/|f_2|)/Z \leq 0.25 \quad \dots (3)$$

[0074] 条件表达式 (2) 涉及在望远端的第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 与整个系统的焦距 f_t 的比率的数值范围。

[0075] 如果条件表达式 (2) 的值小于其下限,则第二透镜单元 L2 的折光力太高,并且在第二透镜单元 L2 处产生大量像差。尤其地,产生大量的象场弯曲和象散。因此,必须增加透镜的数量或必须添加一个非球面,以便校正像差;从制造成本的角度来看这是不利的。

[0076] 相反,如果条件表达式 (2) 的值大于其上限,则可有效地校正像差。然而,必须在放大倍率改变过程中将第二透镜单元 L2 移动大的距离,并且因此整体透镜长度增大。

[0077] 条件表达式 (3) 涉及第二和第五透镜单元 L2 和 L5 的焦距之间的比相对于整体系统在广角端和望远端的焦距之间的比的比率。

[0078] 如果条件表达式 (3) 的值小于其下限,则通过第二透镜单元 L2 获得的放大倍率变化效应太低。因此,必须在放大倍率改变过程中将第二透镜单元 L2 移动大的距离,并且因此整体透镜长度增大。

[0079] 此外,第五透镜单元 L5 的折光力太高,并且在第五透镜单元 L5 处产生大量像差。尤其地,产生大量的象场弯曲和象散。

[0080] 相反,如果条件表达式 (3) 的值大于其上限,则第二透镜单元 L2 的折光力太高,并且在第二透镜单元 L2 产生大量的像差。尤其地,产生大量的象场弯曲和象散。

[0081] 当 β_{3w} 和 β_{3t} 分别是第三透镜单元 L3 在广角端和望远端处的横向放大倍率, β_{5w} 和 β_{5t} 分别是第五透镜单元 L5 在广角端和望远端处的横向放大倍率时,可满足一个或两个下述条件:

$$[0082] \quad 0.01 \leq (\beta_{3t}/\beta_{3w})/Z \leq 0.20 \quad \dots (4)$$

$$[0083] \quad 0.01 \leq (|\beta_{5t}|/|\beta_{5w}|)/Z \leq 0.14 \quad \dots (5)$$

[0084] 在上述表达式中,Z 是变焦比 (f_t/f_w)。

[0085] 条件表达式 (4) 涉及由第三透镜单元 L3 提供的放大倍率改变效果。

[0086] 如果条件表达式 (4) 的值小于其下限,则第三透镜单元 L3 的放大倍率改变效果低,并且有必要增大第二透镜单元 L2 的折光力。因此,难以在变焦期间抑制像面变化。

[0087] 相反,如果条件表达式 (4) 的值大于其上限,则可有效地减小整个系统的尺寸。然而,产生大量的象场弯曲和象散。

[0088] 条件表达式 (5) 涉及由第五透镜单元 L5 提供的放大倍率改变效果。

[0089] 如果条件表达式 (5) 的值小于其下限,则第五透镜单元 L5 的放大倍率改变效果低。因此,要在从广角端到望远端的变焦期间将第五透镜单元 L5 移动大的距离,并且难以减小整个系统的尺寸。

[0090] 相反,如果条件表达式 (5) 的值大于其上限,则可有效地减小整个系统的尺寸。然而,产生大量的象场弯曲和象散。

[0091] 根据第一至第七例子的变焦透镜满足所有的上述条件表达式 (2) 至 (5)。然而, 不必同时满足所有的条件表达式。可通过满足对应的条件表达式来分别获得上述效果。

[0092] 也可将条件表达式 (1) 至 (5) 的数值范围设定为如下:

$$[0093] \quad 0.06 \leq (|f_4|/f_5)/Z \leq 0.108 \quad \dots (1a)$$

$$[0094] \quad 0.07 \leq |f_2|/f_t \leq 0.15 \quad \dots (2a)$$

$$[0095] \quad 0.104 \leq (f_5/|f_2|)/Z \leq 0.241 \quad \dots (3a)$$

$$[0096] \quad 0.05 \leq (\beta_{3t}/\beta_{3w})/Z \leq 0.19 \quad \dots (4a)$$

$$[0097] \quad 0.04 \leq (|\beta_{5t}|/|\beta_{5w}|)/Z \leq 0.131 \quad \dots (5a)$$

[0098] 下面, 将参照图 15 来描述包括根据上述例子中的至少一个的变焦透镜作为成像光学系统的数字静态照相机。

[0099] 参照图 15, 照相机体 20 包括成像光学系统 21, 所述成像光学系统 21 包括根据第一至第七例子中的至少一个例子的变焦透镜。用于接收由成像光学系统 21 形成的物像的诸如 CCD 传感器和 CMOS 传感器之类的固态图像拾取元件 (光电转换元件) 22 被放置在照相机体 20 中。存储器 23 记录与经过固态图像拾取装置 22 执行的光电转换的物像相对应的信息。取景器 24 由例如液晶显示面板等构成, 并允许用户观察在图像拾取元件 22 上形成的物像。

[0100] 当诸如数字静态照相机之类的图像拾取设备中包括根据本发明的至少一个例子的变焦透镜时, 可获得提供高光学性能的小型图像拾取设备。

[0101] 现在将详细描述第一至第七数值例子。在每一个数值例子中, i 表示从物侧计数的编号, r_i 表示从物侧的第 i 个表面的曲率半径, d_i 表示从物侧的第 i 个表面的透镜厚度或空气距离, 而 n_i 和 v_i 分别表示从物侧的第 i 个材料的折射系数和阿贝数。BF 表示后焦点。

[0102] 表 1 示出了条件表达式 (1) 至 (5) 和第一至第七数值例子之间的关系。

[0103] 在表 1 中, 示出了分别作为第二透镜单元 L2 在广角端和望远端的横向放大倍率的 β_{2w} 和 β_{2t} , 和分别作为第四透镜单元 L4 在广角端和望远端的横向放大倍率的 β_{4w} 和 β_{4t} , 作为参考。

[0104] 当光轴是 X 轴时, 垂直于光轴的轴是 H 轴, 光行进的方向是正方向, R 是傍轴曲率半径, k 是圆锥常数, A_4 至 A_{10} 是非球面系数, 非球面表面的形状被表示如下:

[0105]

$$X = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)\left(\frac{H}{R}\right)^2}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10}$$

[0106] 符号 ‘*’ 被添加到非球面表面的表面编号。此外, “e-x” 是指 “10^{-x}”。

[0107] 第一数值例子

[0108] 单位 :mm

[0109] 表面数据

[0110]	表面编号	r	d	nd	vd
[0111]	1	46.387	0.91	1.84666	23.9
[0112]	2	29.238	3.92	1.48749	70.2

[0113]	3	-274.226	0.63		
[0114]	4	33.397	2.47	1.71300	53.9
[0115]	5	107.612	(可变)		
[0116]	6	102.207	1.07	1.88300	40.8
[0117]	7	5.722	2.80		
[0118]	8	-22.530	0.89	1.77250	49.6
[0119]	9	17.499	0.08		
[0120]	10	10.741	2.69	1.92286	18.9
[0121]	11	72.161	(可变)		
[0122]	12 *	15.035	0.99	1.58313	59.4
[0123]	13 *	-13.224	1.28		
[0124]	14	(孔径) ∞	2.03		
[0125]	15	71.351	1.49	1.92286	18.9
[0126]	16	9.857	0.17		
[0127]	17	10.414	1.63	1.77250	49.6
[0128]	18	-9.896	(可变)		
[0129]	19 *	32.734	1.04	1.69350	53.2
[0130]	20 *	5.680	(可变)		
[0131]	21	-610.102	1.60	1.88300	40.8
[0132]	22	-11.363	(可变)		
[0133]	23	∞	0.80	1.51633	64.1
[0134]	24	∞	(可变)		
[0135]	非球面数据				
[0136]	第 12 表面				
[0137]	K = -1.53973e+000 A4 = -1.70567e-004 A6 = 2.06757e-005				
[0138]	A8 = -1.75786e-006 A10 = 8.45932e-009				
[0139]	第 13 表面				
[0140]	K = -3.81666e+000 A4 = 1.77528e-004 A6 = 2.11832e-005				
[0141]	A8 = -1.19231e-006 A10 = 1.78553e-008				
[0142]	第 19 表面				
[0143]	K = 8.95045e-001 A4 = -7.28776e-005 A6 = 8.74312e-006				
[0144]	A8 = -2.04432e-007 A10 = 3.51374e-009				
[0145]	第 20 表面				
[0146]	K = 3.70279e-001 A4 = 2.87976e-004 A6 = -2.79339e-005				
[0147]	A8 = 5.99582e-006 A10 = -3.97598e-007				
[0148]	其他数据				
[0149]	变焦比	9.78			
[0150]	焦距	4.34	13.47	42.42	
[0151]	F 值	3.10	4.38	5.77	

[0152]	视场角	41.60	15.95	5.19	
[0153]	像高	3.85	3.85	3.85	
[0154]	整体透镜长度	49.11	58.19	70.06	
[0155]	BF	5.20	3.94	3.15	
[0156]	d5	0.46	12.62	24.10	
[0157]	d11	13.63	5.23	0.85	
[0158]	d18	1.53	2.77	3.01	
[0159]	d20	2.29	7.64	12.97	
[0160]	d22	4.08	2.82	2.03	
[0161]	d24	0.59	0.59	0.59	
[0162]	变焦透镜单元数据				
[0163]	单元编号	第一个表面	焦距		
[0164]	1	1	44.71		
[0165]	2	6	-6.65		
[0166]	3	12	8.22		
[0167]	4	19	-10.07		
[0168]	5	21	13.10		
[0169]	第二数值例子				
[0170]	单位 :mm				
[0171]	表面数据				
[0172]	表面编号	r	d	nd	vd
[0173]	1	74.617	1.03	1.80610	33.3
[0174]	2	37.299	5.56	1.49700	81.5
[0175]	3	3046.357	0.19		
[0176]	4	39.377	3.98	1.60311	60.6
[0177]	5	205.617	(可变)		
[0178]	6	45.387	0.99	1.88300	40.8
[0179]	7	10.767	2.51		
[0180]	8	41.964	1.02	1.80400	46.6
[0181]	9	9.990	3.45		
[0182]	10	-21.358	1.02	1.74950	35.3
[0183]	11	-105.249	0.19		
[0184]	12	22.078	1.98	1.92286	18.9
[0185]	13	-695.286	(可变)		
[0186]	14	(孔径) ∞	(可变)		
[0187]	15 *	12.158	3.27	1.58313	59.4
[0188]	16	-124.109	1.53		
[0189]	17	26.401	1.48	1.71999	50.2
[0190]	18	14.051	1.80		

[0191]	19	20.381	1.91	2.00330	28.3
[0192]	20	8.538	2.00	1.60311	60.6
[0193]	21	-35.125	(可变)		
[0194]	22	36.376	2.31	1.80518	25.4
[0195]	23	26.373	1.16	1.60311	60.6
[0196]	24	14.969	(可变)		
[0197]	25	15.688	4.50	1.58313	59.4
[0198]	26	-10.529	1.56	1.60342	38.0
[0199]	27	-35.467	(可变)		
[0200]	28	∞	0.80	1.51633	64.1
[0201]	29	∞	(可变)		
[0202]	非球面数据				
[0203]	第 15 表面				
[0204]	K = 1.91328e-001 A4 = -8.66915e-005 A6 = -5.46115e-007				
[0205]	A8 = 2.82575e-008 A10 = -1.01872e-009				
[0206]	其他数据				
[0207]	变焦比	19.40			
[0208]	焦距	4.79	15.11	92.89	
[0209]	F 值	2.87	3.87	5.60	
[0210]	视场角	38.80	14.29	2.37	
[0211]	像高	3.85	3.85	3.85	
[0212]	整体透镜长度	91.81	100.17	123.52	
[0213]	BF	9.07	13.48	10.26	
[0214]	d5	0.94	19.83	45.80	
[0215]	d13	25.04	9.01	0.90	
[0216]	d14	11.13	4.96	1.09	
[0217]	d21	0.90	3.90	14.10	
[0218]	d24	1.02	5.28	7.65	
[0219]	d27	7.00	11.41	8.19	
[0220]	d29	1.54	1.54	1.54	
[0221]	变焦透镜单元数据				
[0222]	单元编号	第一个表面	焦距		
[0223]	1	1	67.95		
[0224]	2	6	-9.82		
[0225]	3	15	19.83		
[0226]	4	22	-41.62		
[0227]	5	25	19.97		
[0228]	第三数值例子				
[0229]	单位 :mm				

[0230]	表面数据				
[0231]	表面编号	r	d	nd	vd
[0232]	1	77.859	1.90	1.80610	33.3
[0233]	2	38.162	5.50	1.49700	81.5
[0234]	3	5579.689	0.20		
[0235]	4	39.435	4.30	1.60311	60.6
[0236]	5	193.345	(可变)		
[0237]	6	46.636	1.00	1.83481	42.7
[0238]	7	10.369	2.70		
[0239]	8	24.826	0.85	1.77250	49.6
[0240]	9	9.988	3.60		
[0241]	10	-22.515	0.80	1.83481	42.7
[0242]	11	-340.954	0.12		
[0243]	12	21.755	2.25	1.92286	18.9
[0244]	13	923.134	(可变)		
[0245]	14	(孔径) ∞	(可变)		
[0246]	15 *	11.916	3.45	1.58313	59.4
[0247]	16	-84.373	2.80		
[0248]	17	42.190	1.15	1.60342	38.0
[0249]	18	13.010	0.30		
[0250]	19	22.098	0.80	2.00330	28.3
[0251]	20	8.458	2.15	1.71999	50.2
[0252]	21	-44.763	(可变)		
[0253]	22	63.020	1.00	1.76182	26.5
[0254]	23	58.335	0.60	1.60311	60.6
[0255]	24	18.000	(可变)		
[0256]	25	20.910	4.00	1.77250	49.6
[0257]	26	-10.871	0.60	1.80610	33.3
[0258]	27	-48.531	(可变)		
[0259]	28	∞	0.80	1.51633	64.1
[0260]	29	∞	(可变)		
[0261]	非球面数据				
[0262]	第 15 表面				
[0263]	K = 3.22611e-001 A4 = -1.03271e-004 A6 = -6.77678e-007				
[0264]	A8 = 5.18752e-008 A10 = -2.45955e-009				
[0265]	其他数据				
[0266]	变焦比	19.24			
[0267]	焦距	5.15	20.27	99.10	
[0268]	F 值	2.87	3.83	5.48	

[0269]	视场角	36.78	10.75	2.22	
[0270]	像高	3.85	3.85	3.85	
[0271]	整体透镜长度	91.63	100.53	125.00	
[0272]	BF	10.49	18.16	10.34	
[0273]	d5	0.90	24.02	47.08	
[0274]	d13	24.11	5.11	1.74	
[0275]	d14	10.39	3.54	1.01	
[0276]	d21	1.00	3.39	11.83	
[0277]	d24	4.40	5.98	12.66	
[0278]	d27	7.81	15.48	7.66	
[0279]	d29	2.15	2.15	2.15	
[0280]	变焦透镜单元数据				
[0281]	单元编号	第一个表面	焦距		
[0282]	1	1	69.78		
[0283]	2	6	-9.86		
[0284]	3	15	19.13		
[0285]	4	22	-42.07		
[0286]	5	25	20.35		
[0287]	第四数值例子				
[0288]	单位 :mm				
[0289]	表面数据				
[0290]	表面编号	r	d	nd	vd
[0291]	1	70.878	1.30	1.80610	33.3
[0292]	2	32.968	4.70	1.49700	81.5
[0293]	3	-111.350	0.10		
[0294]	4	26.866	2.40	1.60311	60.6
[0295]	5	54.549	(可变)		
[0296]	6	26.963	0.70	1.88300	40.8
[0297]	7	6.026	2.60		
[0298]	8	-20.552	0.60	1.69680	55.5
[0299]	9	23.424	0.40		
[0300]	10	12.212	1.70	1.92286	18.9
[0301]	11	39.217	(可变)		
[0302]	12	(孔径) ∞	1.50		
[0303]	13 *	15.113	2.00	1.69350	53.2
[0304]	14 *	-110.436	3.00		
[0305]	15	45.026	0.60	1.84666	23.9
[0306]	16	11.428	0.27		
[0307]	17	11.905	2.00	1.60311	60.6

[0308]	18	-19.292	(可变)		
[0309]	19	25.973	1.20	1.76182	26.5
[0310]	20	30.131	0.60	1.60311	60.6
[0311]	21	9.597	(可变)		
[0312]	22	18.697	3.20	1.80400	46.6
[0313]	23	-13.236	0.60	1.80518	25.4
[0314]	24	-61.067	(可变)		
[0315]	25	∞	0.50	1.51633	64.1
[0316]	26	∞	(可变)		
[0317]	非球面数据				
[0318]	第 13 表面				
[0319]	K = -1.19364e+000 A4 = 2.35674e-005 A6 = -7.55800e-007				
[0320]	A8 = 8.65820e-008				
[0321]	第 14 表面				
[0322]	K = -1.55414e+003 A4 = -3.64989e-005 A6 = 3.74564e-006				
[0323]	A8 = 2.59198e-008				
[0324]	其他数据				
[0325]	变焦比	16.66			
[0326]	焦距	6.00	24.02	99.98	
[0327]	F 值	2.90	3.29	4.36	
[0328]	视场角	30.77	8.46	2.05	
[0329]	像高	3.57	3.57	3.57	
[0330]	整体透镜长度	69.78	84.83	100.78	
[0331]	BF	8.96	15.90	6.10	
[0332]	d5	0.70	23.55	38.58	
[0333]	d11	19.83	3.89	1.47	
[0334]	d18	1.50	3.94	4.18	
[0335]	d21	9.15	7.92	20.80	
[0336]	d24	8.19	15.12	5.32	
[0337]	d26	0.45	0.45	0.45	
[0338]	变焦透镜单元数据				
[0339]	单元编号	第一个表面	焦距		
[0340]	1	1	55.06		
[0341]	2	6	-8.10		
[0342]	3	13	14.16		
[0343]	4	19	-27.14		
[0344]	5	22	18.21		
[0345]	第五数值例子				
[0346]	单位 :mm				

[0347]	表面数据				
[0348]	表面编号	r	d	nd	vd
[0349]	1	43.599	1.27	1.84666	23.9
[0350]	2	27.041	3.88	1.48749	70.2
[0351]	3	237.616	0.24		
[0352]	4	30.838	2.85	1.70731	54.3
[0353]	5	121.146	(可变)		
[0354]	6	62.960	0.97	1.86845	42.1
[0355]	7	6.958	3.29		
[0356]	8	-29.264	0.85	1.81815	46.1
[0357]	9	16.475	0.56		
[0358]	10	13.256	1.96	1.92286	18.9
[0359]	11	73.933	(可变)		
[0360]	12 *	14.924	2.85	1.58313	59.4
[0361]	13 *	-19.197	2.39		
[0362]	14	(孔径) ∞	2.09		
[0363]	15	40.818	0.97	1.92271	18.9
[0364]	16	10.738	0.27		
[0365]	17	13.526	2.19	1.78736	48.5
[0366]	18	-16.033	(可变)		
[0367]	19	-172.133	0.85	1.57129	42.4
[0368]	20 *	8.659	(可变)		
[0369]	21	156.632	2.18	1.78084	49.0
[0370]	22	-13.062	(可变)		
[0371]	23	∞	0.80	1.49000	70.0
[0372]	24	∞	(可变)		
[0373]	非球面数据				
[0374]	第 12 表面				
[0375]	K = -1.18045e+000 A4 = -1.07674e-004 A6 = -9.59113e-007				
[0376]	A8 = 3.58907e-009 A10 = -1.45640e-010				
[0377]	第 13 表面				
[0378]	K = -8.29356e+000 A4 = -8.00732e-005 A6 = 2.80192e-007				
[0379]	A8 = 7.05708e-009 A10 = -3.74408e-011				
[0380]	第 20 表面				
[0381]	K = 7.25552e-001 A4 = 1.34001e-004 A6 = -7.43617e-006 A8 = -				
[0382]	1.34818e-008				
[0383]	其他数据				
[0384]	变焦比	9.80			
[0385]	焦距	5.38	19.88	52.69	

[0386]	F 值	2.88	3.84	4.18
[0387]	视场角	35.60	10.96	4.18
[0388]	像高	3.85	3.85	3.85
[0389]	整体透镜长度	61.81	67.16	77.83
[0390]	BF	7.16	6.02	4.88
[0391]	d5	0.76	15.08	27.65
[0392]	d11	18.50	3.93	1.09
[0393]	d18	1.74	7.10	5.74
[0394]	d20	3.72	5.11	8.54
[0395]	d22	3.30	2.16	1.02
[0396]	d24	3.32	3.32	3.32
[0397]	变焦透镜单元数据			
[0398]	单元编号	第一个表面	焦距	
[0399]	1	1	47.27	
[0400]	2	6	-7.59	
[0401]	3	12	11.20	
[0402]	4	19	-14.41	
[0403]	5	21	15.53	
[0404]	第六数值例子			
[0405]	单位 :mm			
[0406]	表面数据			
[0407]	表面编号	r	d	nd vd
[0408]	1	45.487	1.15	1.84666 23.9
[0409]	2	27.522	3.65	1.48749 70.2
[0410]	3	-182.544	0.20	
[0411]	4	32.533	2.03	1.71300 53.9
[0412]	5	116.441	(可变)	
[0413]	6	253.910	1.00	1.88300 40.8
[0414]	7	5.823	2.50	
[0415]	8	-21.927	0.80	1.77250 49.6
[0416]	9	19.018	0.22	
[0417]	10	10.866	1.53	1.92286 18.9
[0418]	11	62.902	(可变)	
[0419]	12 *	13.143	1.91	1.58313 59.4
[0420]	13 *	-12.880	1.58	
[0421]	14	(孔径) ∞	1.97	
[0422]	15	66.373	0.90	1.92286 18.9
[0423]	16	9.666	0.10	
[0424]	17	11.022	1.67	1.77250 49.6

[0425]	18	-10.269	(可变)		
[0426]	19	26.314	0.80	1.69350	53.2
[0427]	20 *	5.731	(可变)		
[0428]	21	-157.045	1.80	1.83481	42.7
[0429]	22	-12.096	(可变)		
[0430]	23	∞	0.80	1.51633	64.1
[0431]	24	∞	(可变)		
[0432]	非球面数据				
[0433]	第 12 表面				
[0434]	K = -2.39987e+000 A4 = -1.26814e-004 A6 = 2.25922e-005 A8 = -				
[0435]	1.47250e-006 A10 = -1.37571e-010				
[0436]	第 13 表面				
[0437]	K = -5.10620e+000 A4 = 7.59035e-005 A6 = 2.25827e-005 A8 = -				
[0438]	9.87818e-007 A10 = -3.53221e-011				
[0439]	第 20 表面				
[0440]	K = 2.67619e-001 A4 = 8.01417e-005 A6 = -8.57578e-006 A8 = -				
[0441]	9.35838e-007				
[0442]	其他数据				
[0443]	变焦比	9.78			
[0444]	焦距	5.15	15.41	50.36	
[0445]	F 值	3.40	4.58	5.77	
[0446]	视场角	36.80	14.03	4.37	
[0447]	像高	3.85	3.85	3.85	
[0448]	整体透镜长度	47.64	57.21	69.42	
[0449]	BF	5.89	4.94	4.12	
[0450]	d5	0.68	12.96	24.60	
[0451]	d11	12.68	4.95	1.01	
[0452]	d18	1.22	2.54	2.10	
[0453]	d20	3.09	7.73	13.52	
[0454]	d22	5.00	4.05	3.24	
[0455]	d24	0.36	0.36	0.36	
[0456]	变焦透镜单元数据				
[0457]	单元编号	第一个表面	焦距		
[0458]	1	1	41.85		
[0459]	2	6	-6.64		
[0460]	3	1	28.39		
[0461]	4	19	-10.74		
[0462]	5	21	15.61		
[0463]	第 7 数值例子				

[0464]	单位 :mm				
[0465]	表面数据				
[0466]	表面编号	r	d	nd	vd
[0467]	1	46.080	1.10	1.84666	23.9
[0468]	2	29.191	3.86	1.48749	70.2
[0469]	3	-254.439	0.87		
[0470]	4	32.994	2.08	1.71300	53.9
[0471]	5	110.300	(可变)		
[0472]	6	171.921	1.32	1.88300	40.8
[0473]	7	5.812	2.80		
[0474]	8	-23.390	0.98	1.77250	49.6
[0475]	9	18.976	0.10		
[0476]	10	10.860	1.80	1.92286	18.9
[0477]	11	64.617	(可变)		
[0478]	12 *	13.174	1.15	1.58313	59.4
[0479]	13 *	-12.917	1.10		
[0480]	14	(孔径) ∞	1.86		
[0481]	15	91.424	1.30	1.92286	18.9
[0482]	16	9.763	0.27		
[0483]	17	10.387	1.62	1.77250	49.6
[0484]	18	-9.915	(可变)		
[0485]	19 *	29.476	1.02	1.69350	53.2
[0486]	20 *	5.641	(可变)		
[0487]	21	-93.283	2.45	1.88300	40.8
[0488]	22	-11.593	(可变)		
[0489]	23	∞	0.80	1.51633	64.1
[0490]	24	∞	(可变)		
[0491]	非球面数据				
[0492]	第 12 表面				
[0493]	K = -2.35386e+000 A4 = -1.40772e-004 A6 = 1.49443e-005 A8 = -				
[0494]	3.24701e-006 A10 = 5.43511e-009				
[0495]	第 13 表面				
[0496]	K = -4.06692e+000 A4 = 1.41380e-004 A6 = 2.53715e-005 A8 = -				
[0497]	3.49722e-006 A10 = 2.15072e-008				
[0498]	第 19 表面				
[0499]	K = 8.85258e+000 A4 = -5.95611e-005 A6 = -1.08213e-006				
[0500]	A8 = 1.25880e-006 A10 = -1.95314e-008				
[0501]	第 20 表面				
[0502]	K = 3.52436e-001 A4 = 2.71289e-004 A6 = -2.84270e-005				

[0503] $A8 = 6.19290e-006$ $A10 = -3.77314e-007$

[0504] 其他数据

[0505] 变焦比 9.80

[0506] 焦距 4.81 4.97 47.14

[0507] F 值 3.16 3.15 5.77

[0508] 视场角 38.69 37.77 4.67

[0509] 像高 3.85 3.85 3.85

[0510] 整体透镜长度 48.44 47.43 70.26

[0511] BF 5.30 5.42 3.19

[0512] d5 0.66 0.66 24.42

[0513] d11 12.88 11.91 1.01

[0514] d18 1.34 1.50 1.98

[0515] d20 2.32 2.00 13.72

[0516] d22 4.00 4.11 1.89

[0517] d24 0.78 0.78 0.78

[0518] 变焦透镜单元数据

[0519] 单元编号 第一个表面 焦距

[0520] 1 1 43.62

[0521] 2 6 -6.80

[0522] 3 12 7.99

[0523] 4 19 -10.24

[0524] 5 21 14.78

[0525] 表 1

[0526]

	第 1 例子	第 2 例子	第 3 例子	第 4 例子	第 5 例子	第 6 例子	第 7 例子
fw	4.3361	4.7887	5.3778	5.1500	6.0000	5.1464	4.8081
ft	42.4224	92.8917	52.6868	99.9934	99.9796	50.3563	47.1390
Z	9.7836	19.3987	9.7971	19.4162	16.6633	9.7847	9.8042
f1	44.7096	67.9484	47.2742	69.7822	55.0589	41.8519	43.6197
f2	-6.6526	-9.8189	-7.5912	-9.8590	-8.1042	-6.6429	-6.7958
f3	8.2188	19.8268	11.2009	19.1318	14.1640	8.3862	7.9943
f4	-	-	-	-	-	-	-
	10.0689	41.6162	14.4066	42.0661	27.1365	10.7355	10.2385
f5	13.0969	19.9694	15.5285	20.6205	18.2111	15.6108	14.7848

	第 1 例子	第 2 例子	第 3 例子	第 4 例子	第 5 例子	第 6 例子	第 7 例子
β_{2w}	-0.1971	-0.1881	-0.2199	-0.1860	-0.1909	-0.2114	-0.2094
β_{3w}	-0.3783	-0.5378	-0.4251	-0.5393	-0.6042	-0.4143	-0.3799
β_{4w}	2.1540	1.7172	2.2851	1.8607	2.2641	2.2350	2.1202
β_{5w}	0.6039	0.4056	0.5326	0.3953	0.4172	0.6282	0.6537
β_{2t}	-0.6579	-1.3403	-0.9953	-1.4462	-1.7767	-0.8846	-0.7808
β_{3t}	-0.6845	-1.4170	-0.7554	-1.1849	-0.7897	-0.6431	-0.6123
β_{4t}	2.7708	2.0806	2.1819	1.9947	2.2531	2.8529	2.8377
β_{5t}	0.7604	0.3460	0.6793	0.4192	0.5744	0.7413	0.7967
$(f_4 /f_5)/Z$	0.0786	0.1074	0.0947	0.1051	0.0894	0.0703	0.0706
$ f_2 /f_t$	0.1568	0.1057	0.1441	0.0986	0.0811	0.1319	0.1442
$(f_5/ f_2)/Z$	0.2012	0.1048	0.2088	0.1077	0.1349	0.2402	0.2219
$(\beta_{3t}/\beta_{3w})/Z$	0.1849	0.1358	0.1814	0.1132	0.0784	0.1586	0.1644
$(\beta_{5t} / \beta_{5w})/Z$	0.1287	0.0440	0.1302	0.0546	0.0826	0.1206	0.1243

[0527] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明,应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。下述权利要求的范围应被给予最宽的解释,以便包含所有变形以及等同结构和功能。

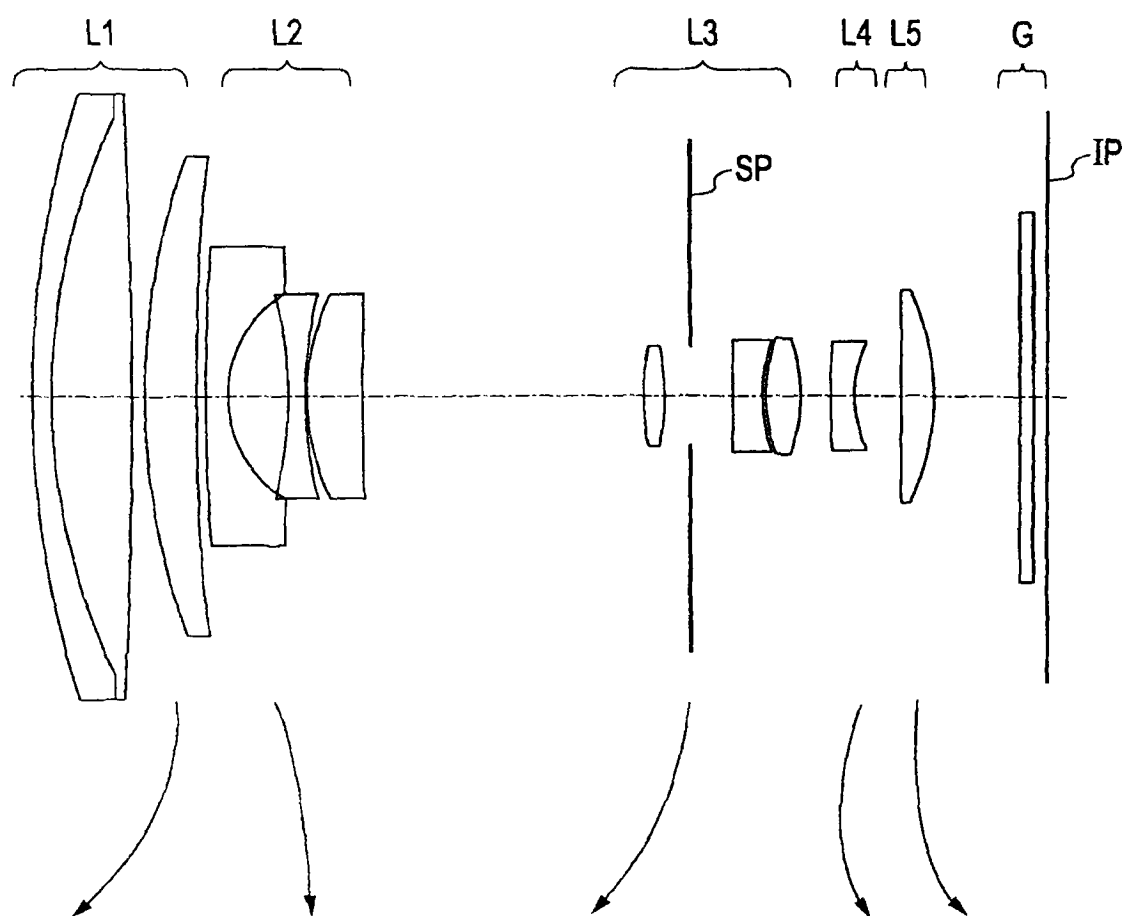


图 1

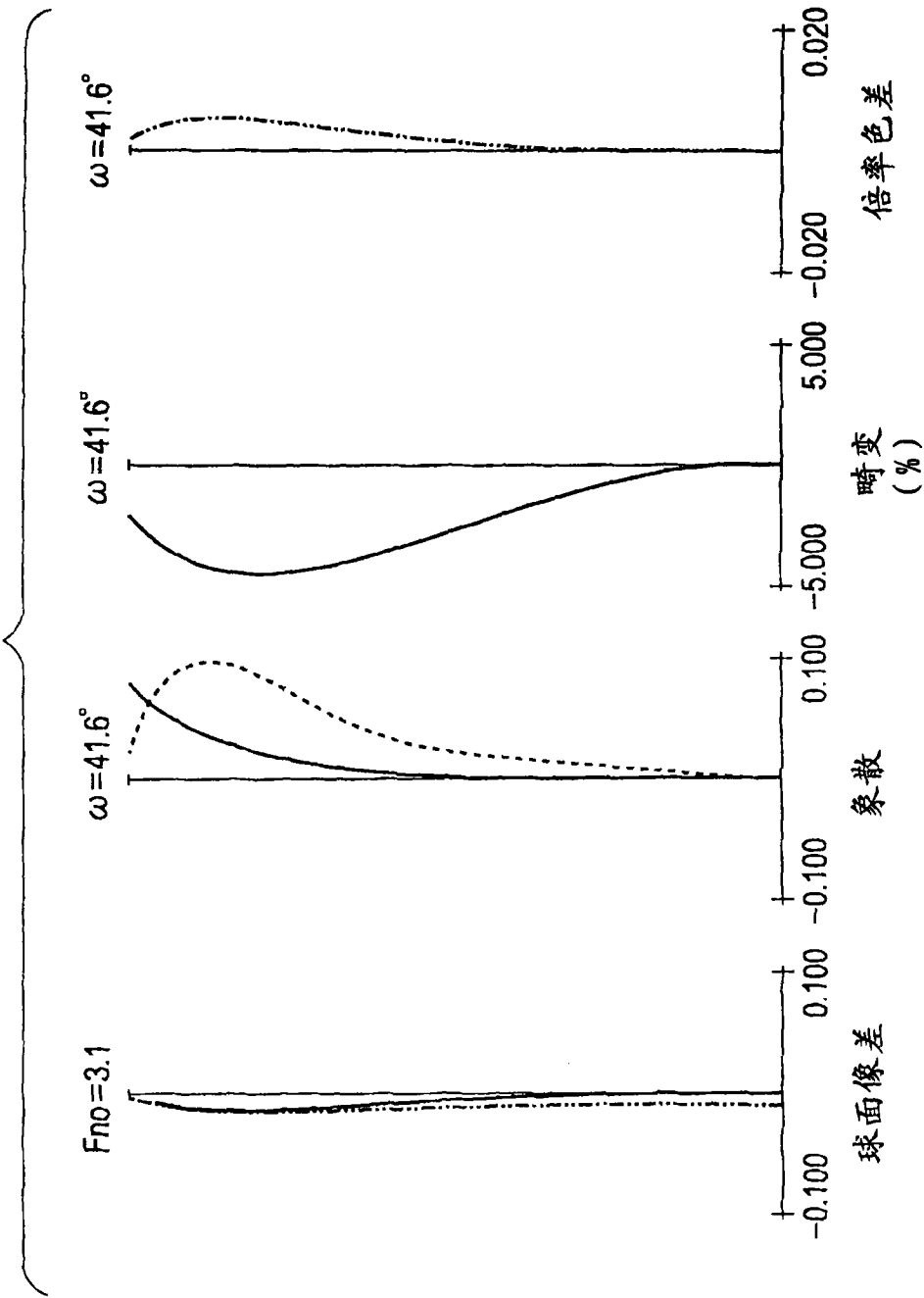


图 2A

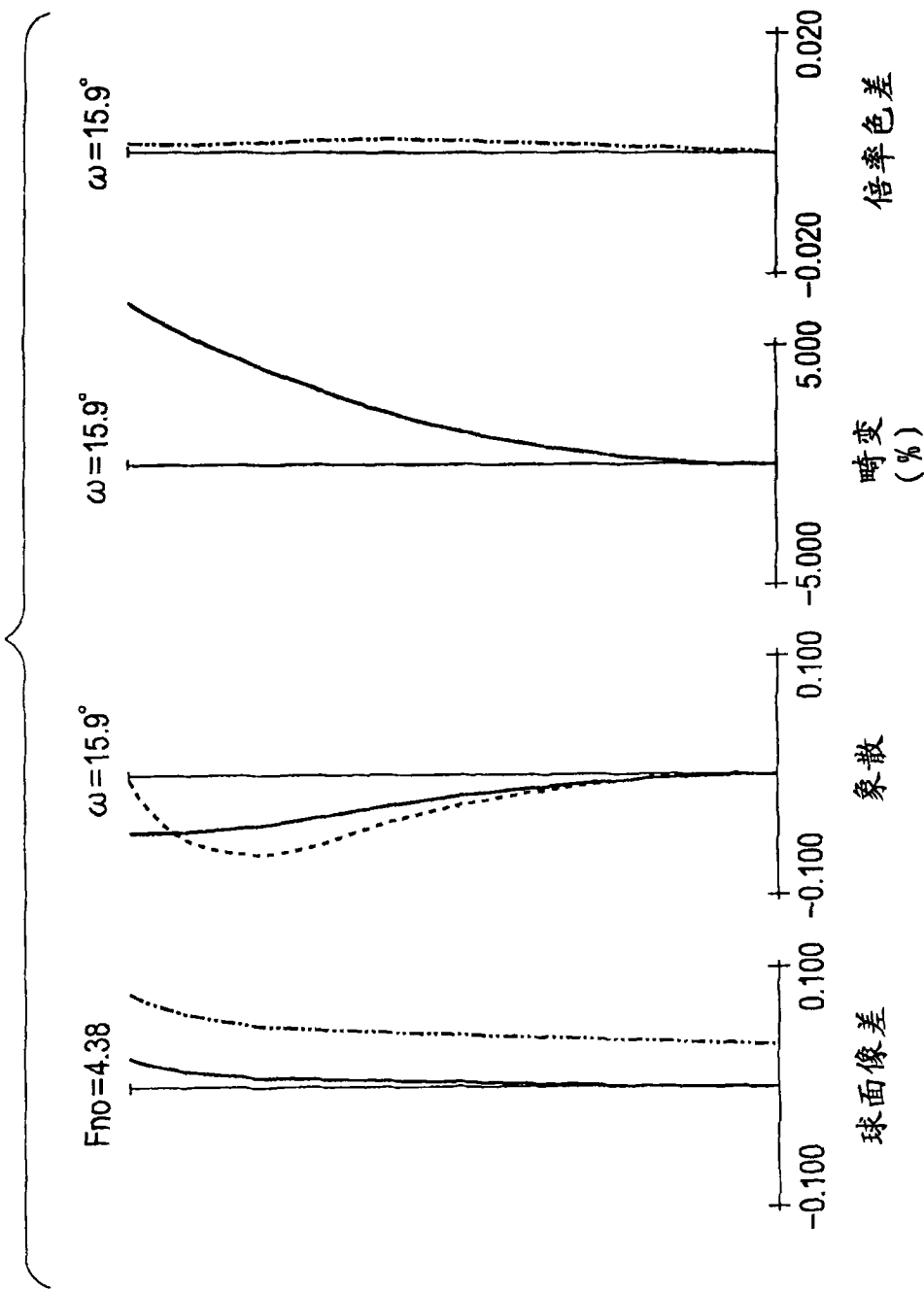


图 2B

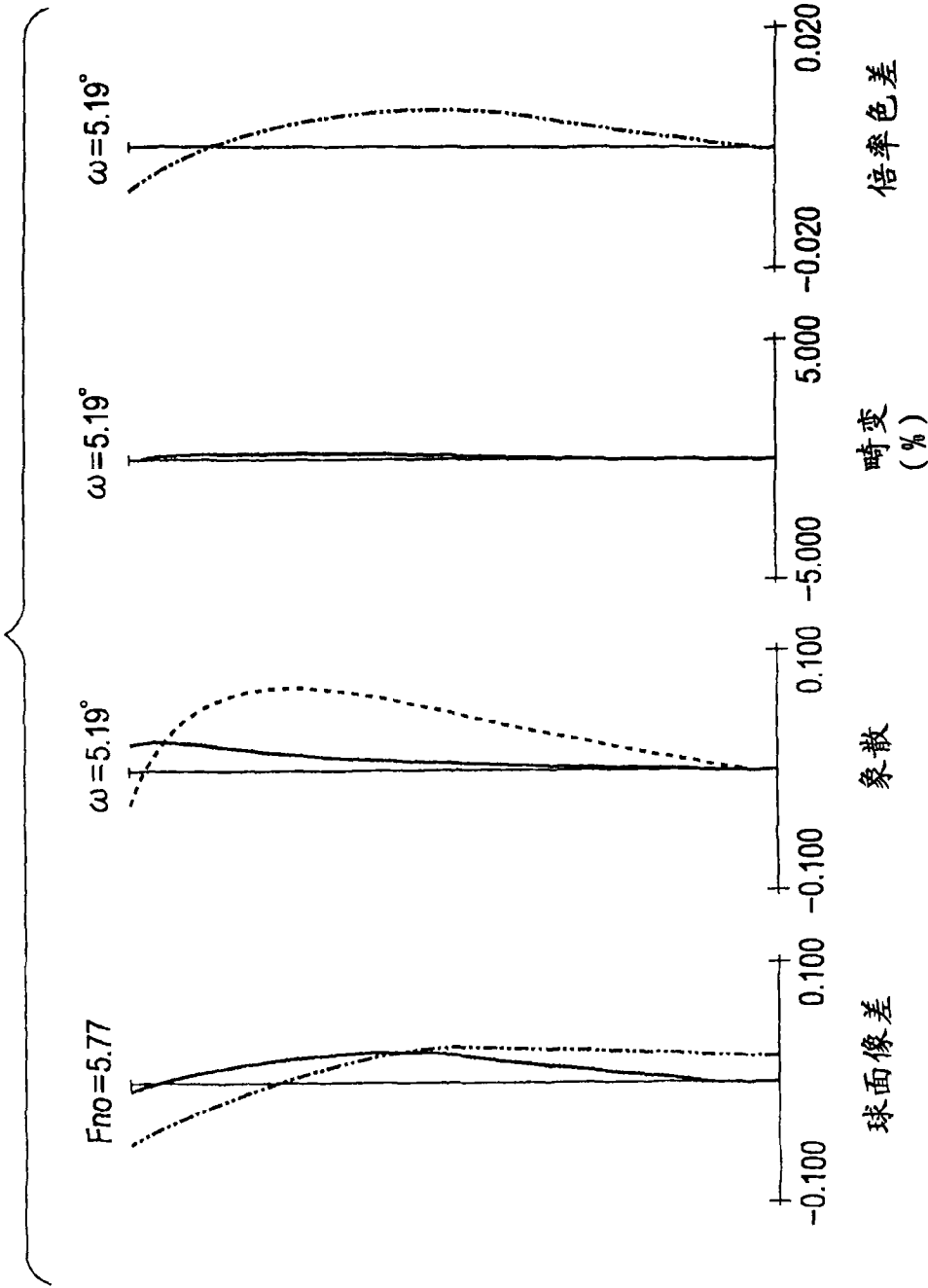


图 2C

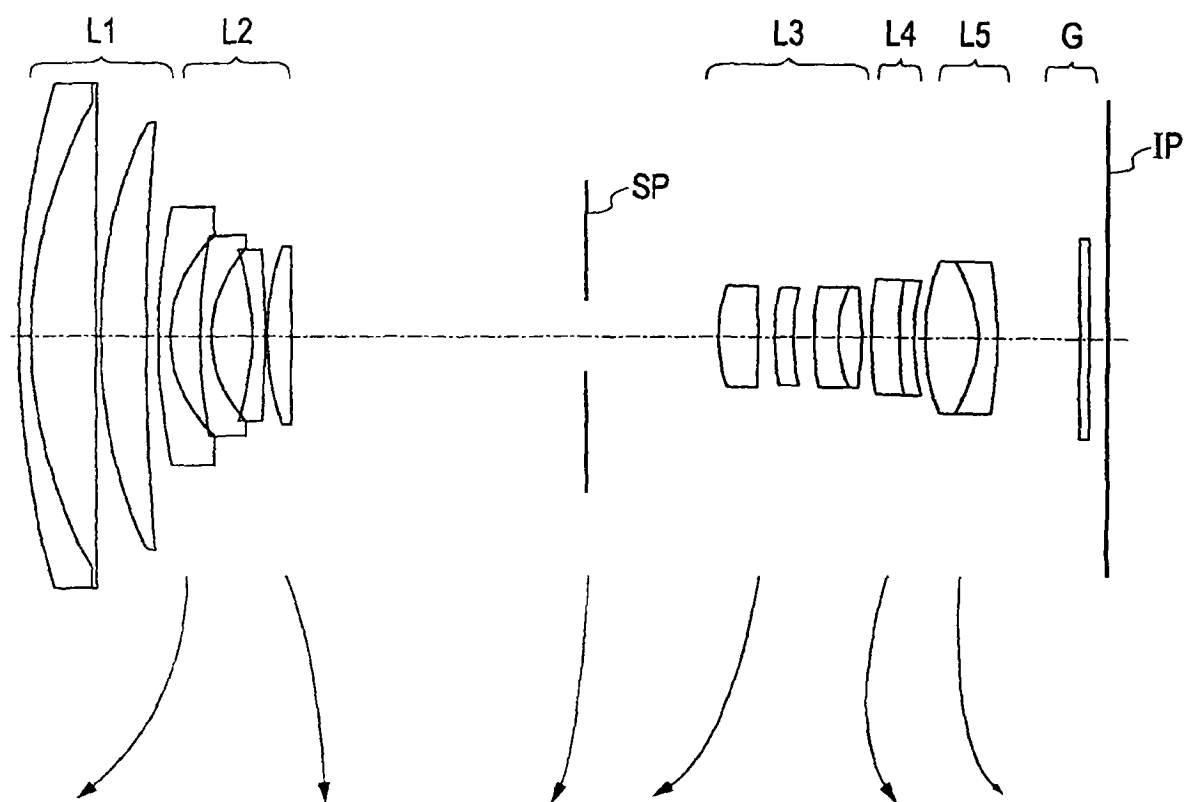


图 3

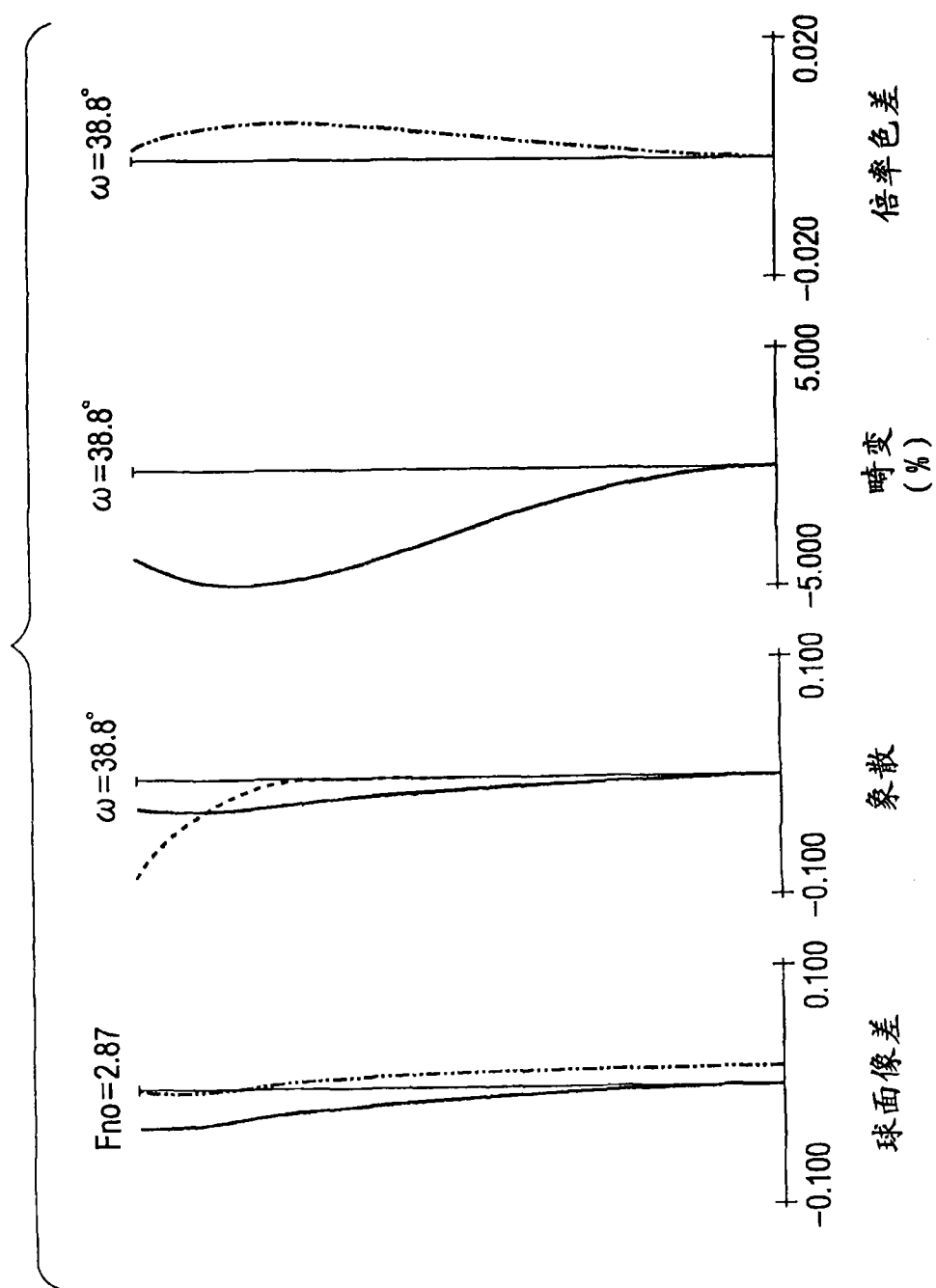


图 4A

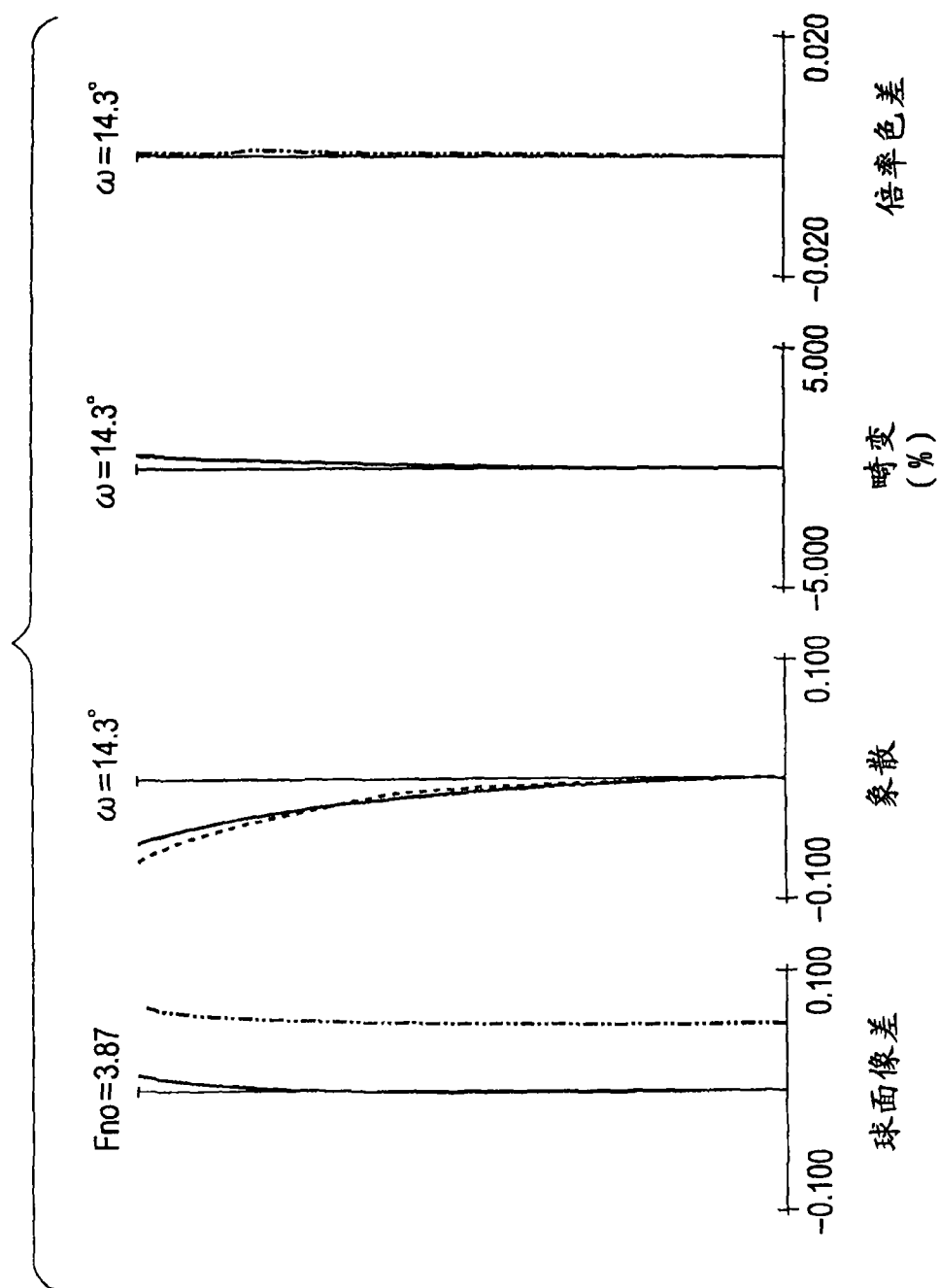


图 4B

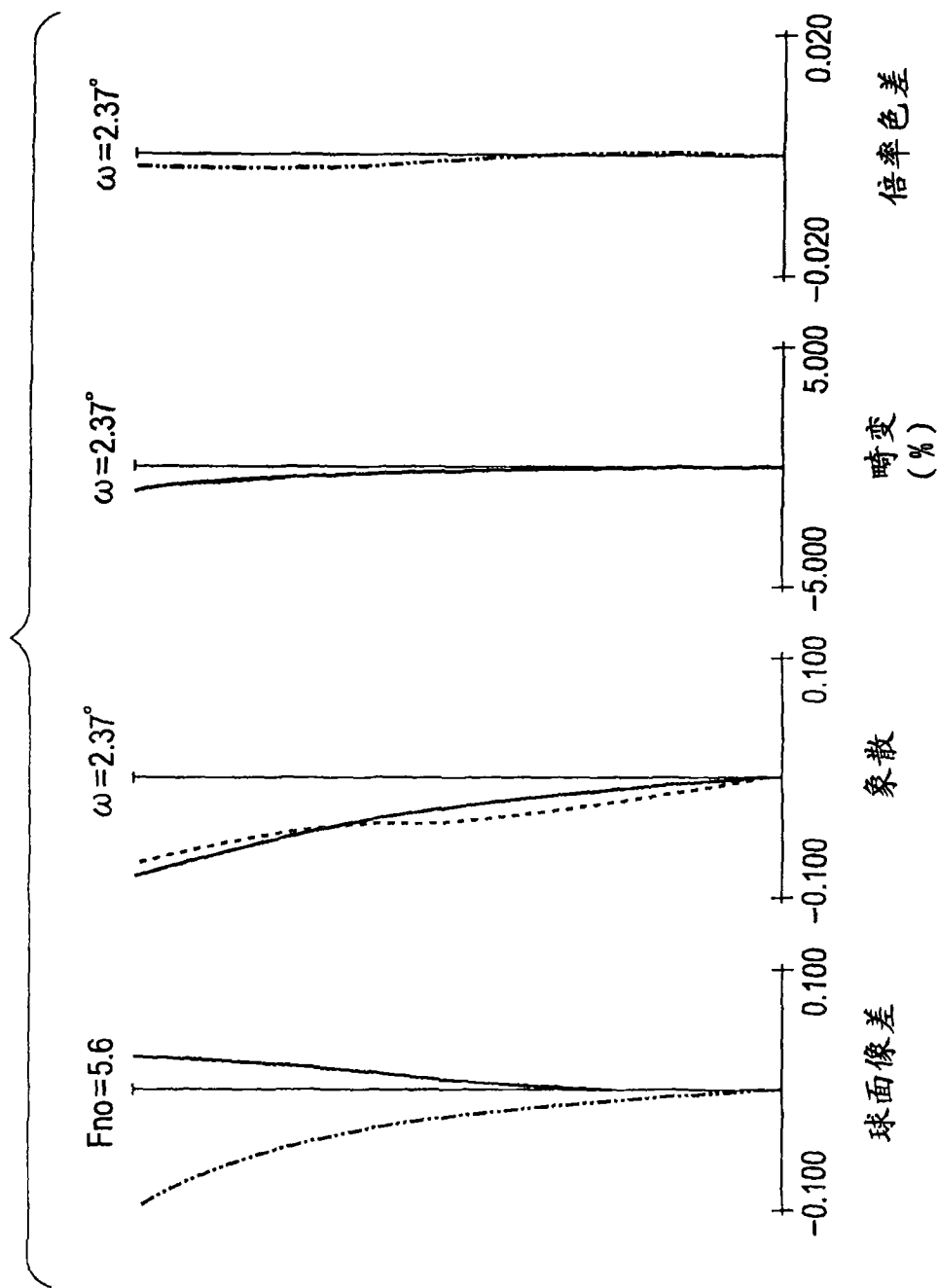


图 4C

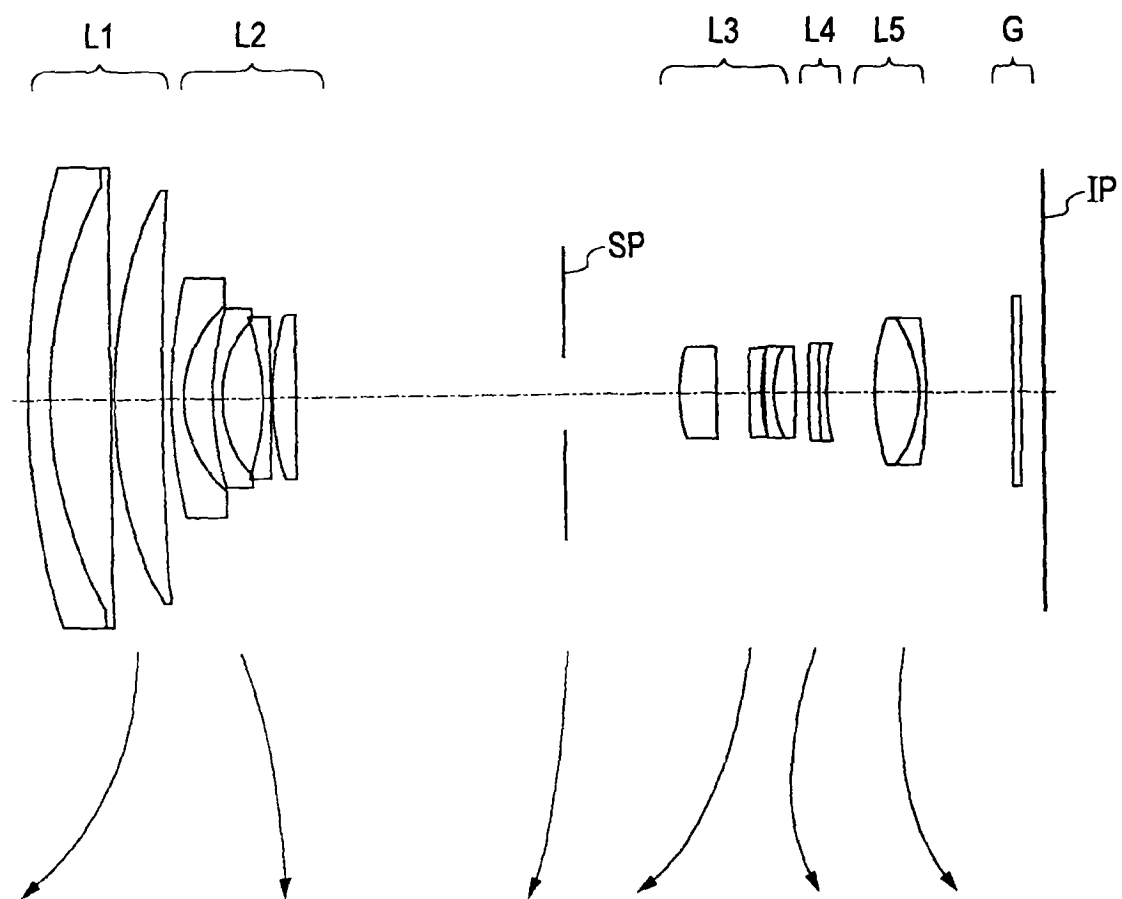


图 5

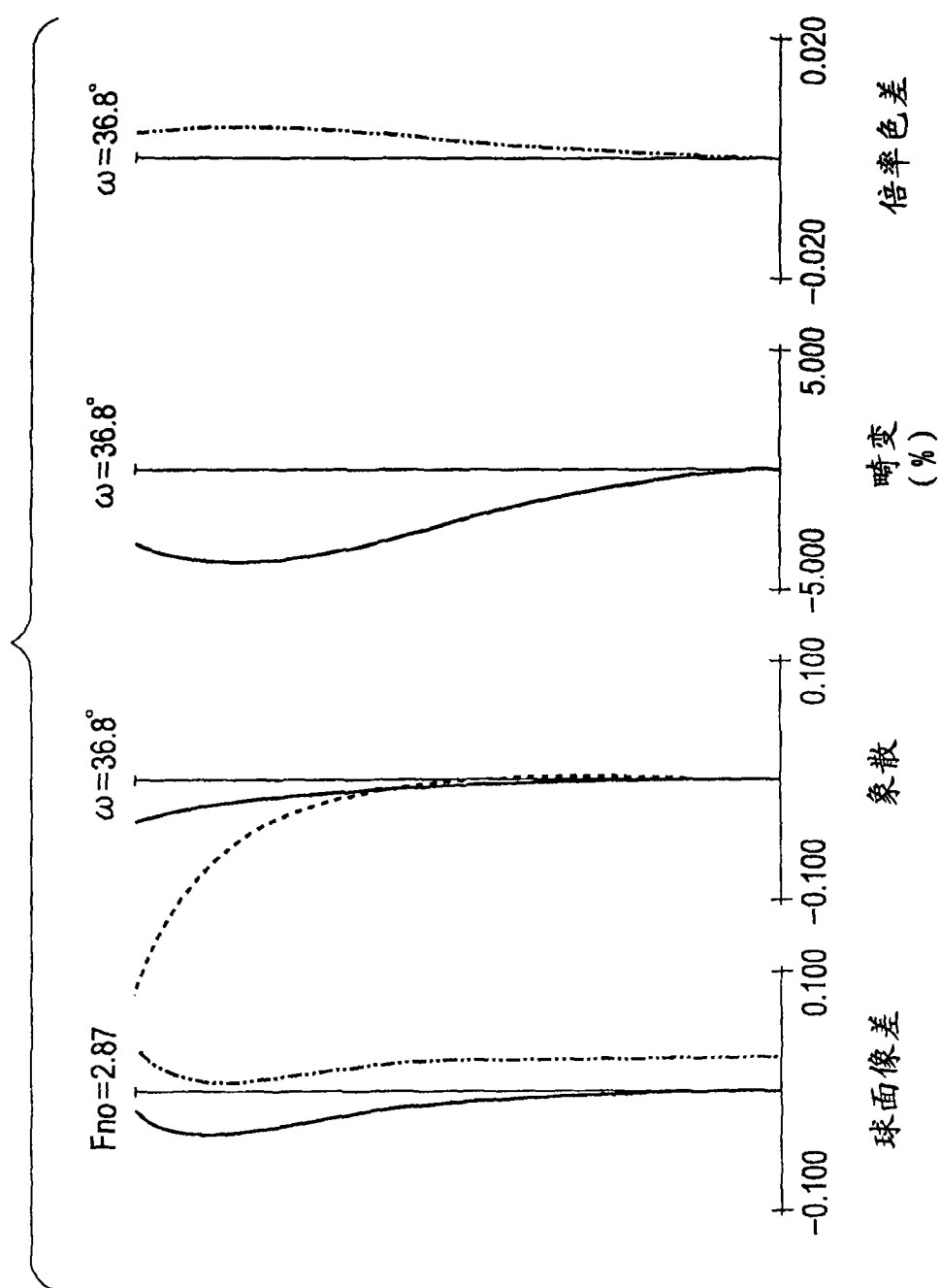


图 6A

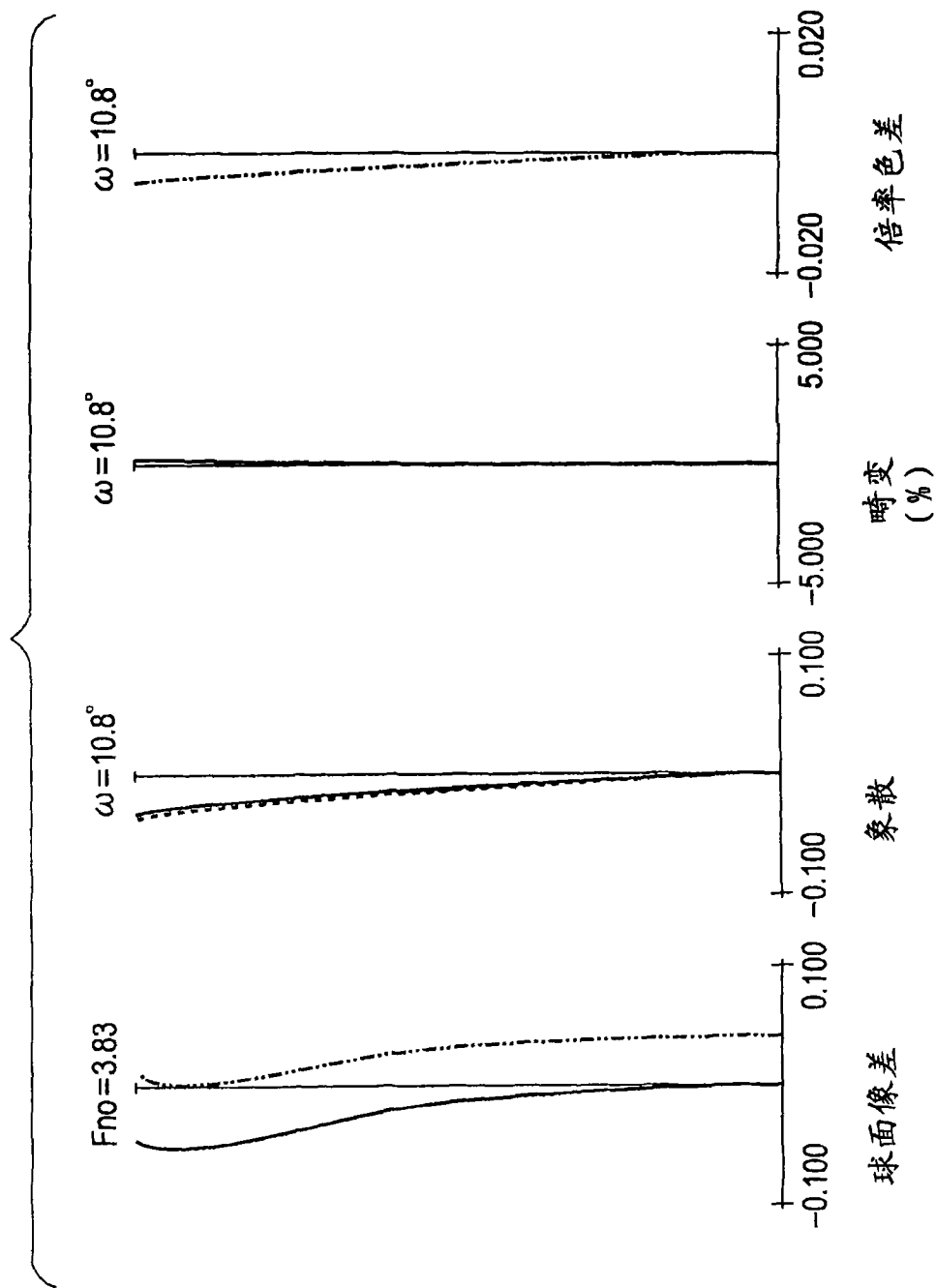


图 6B

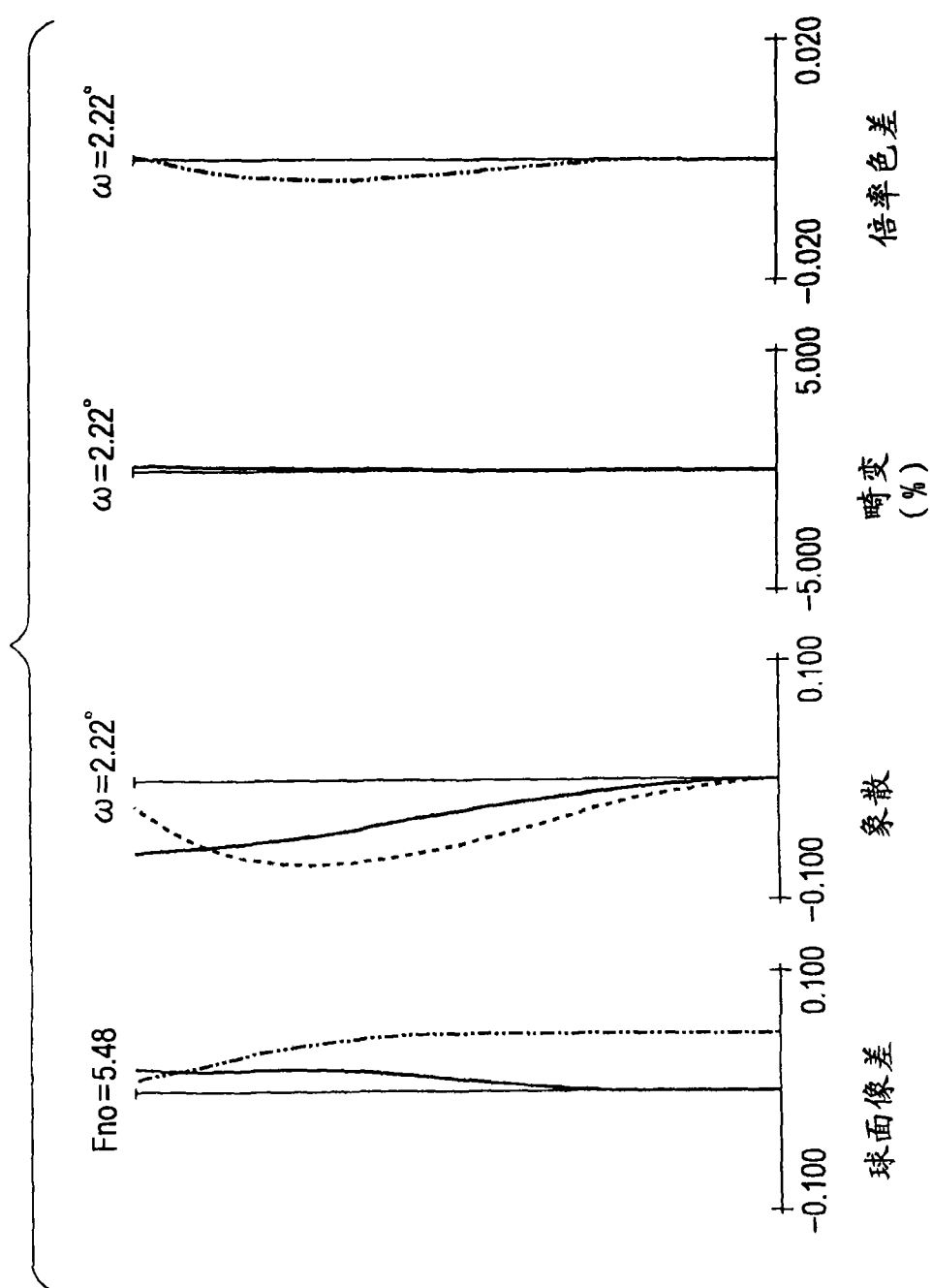


图 6C

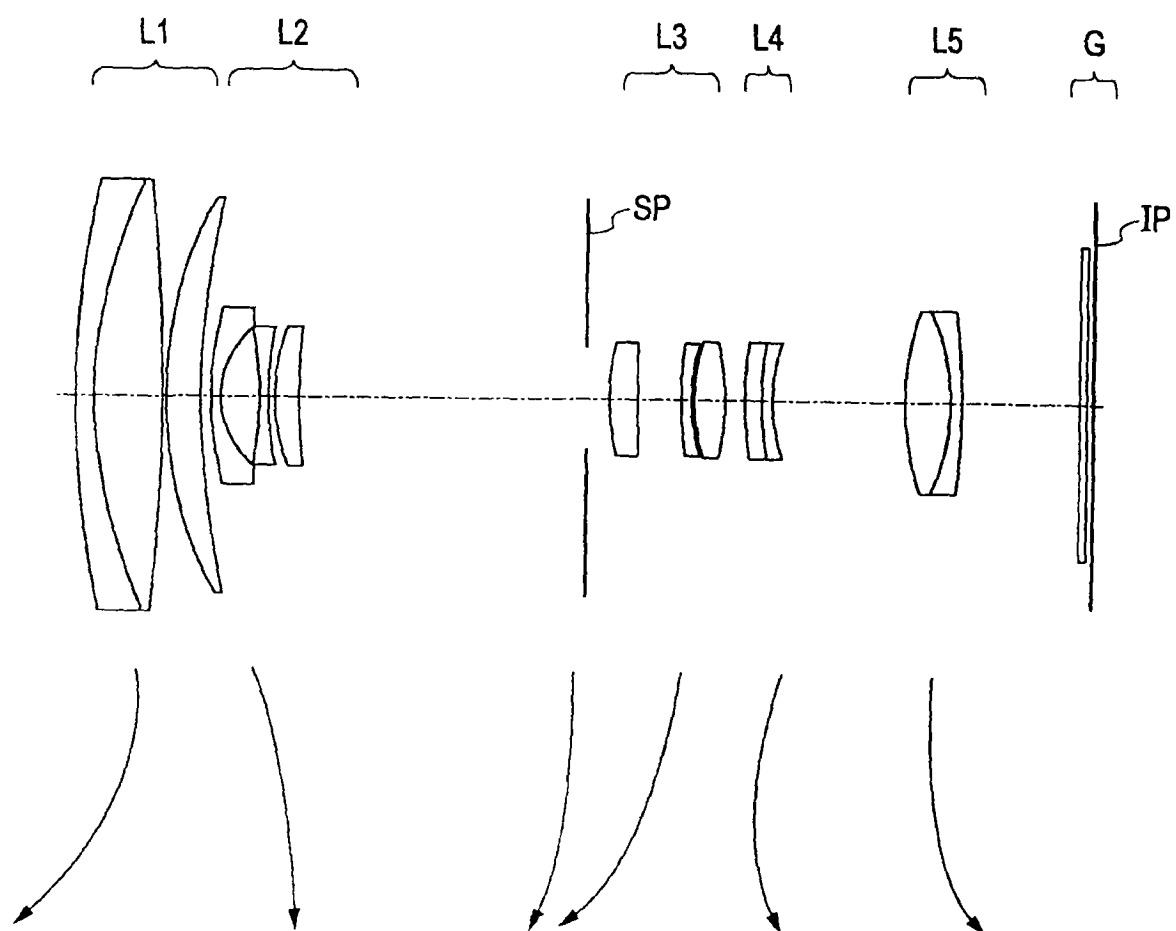


图 7

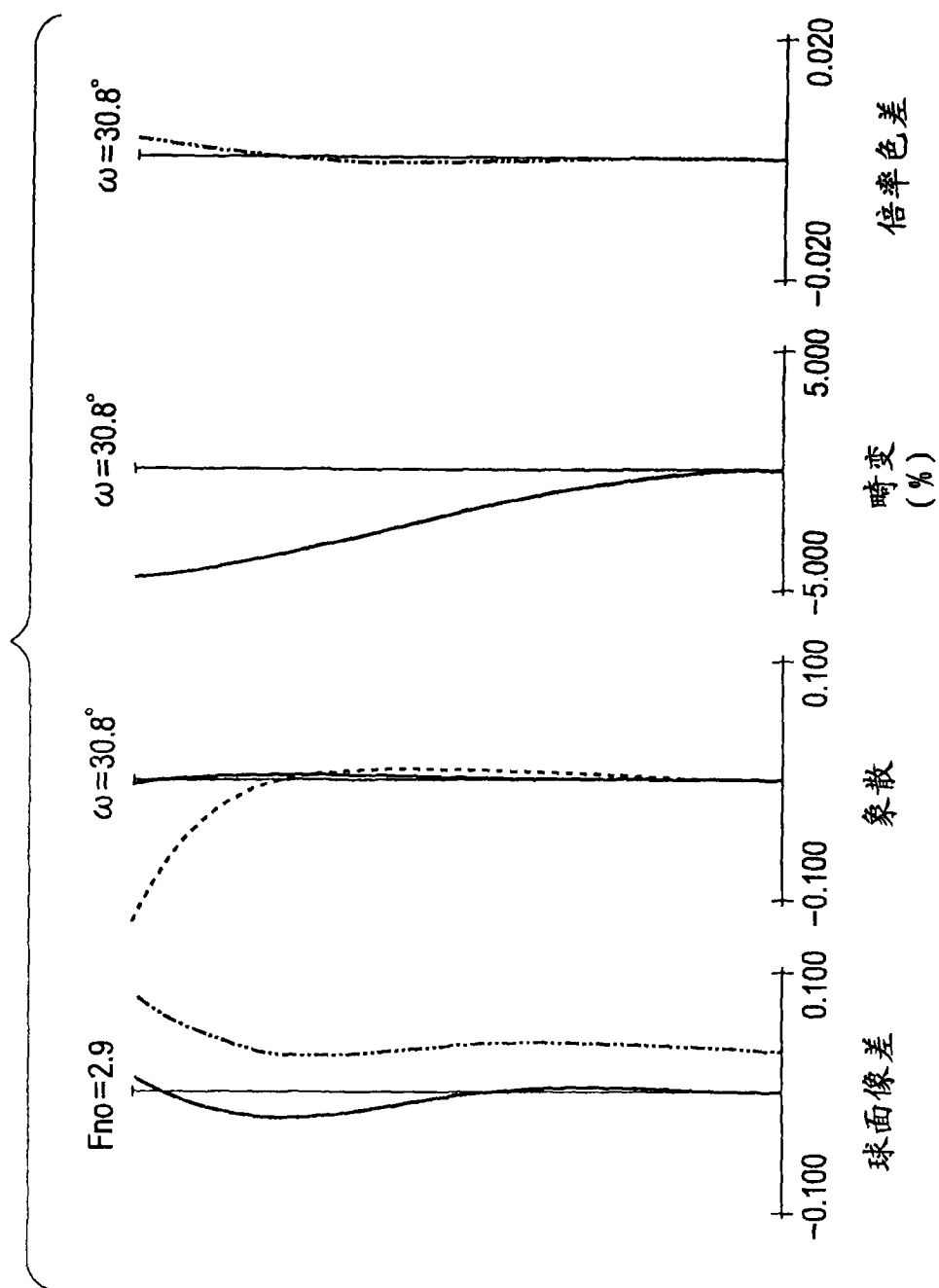


图 8A

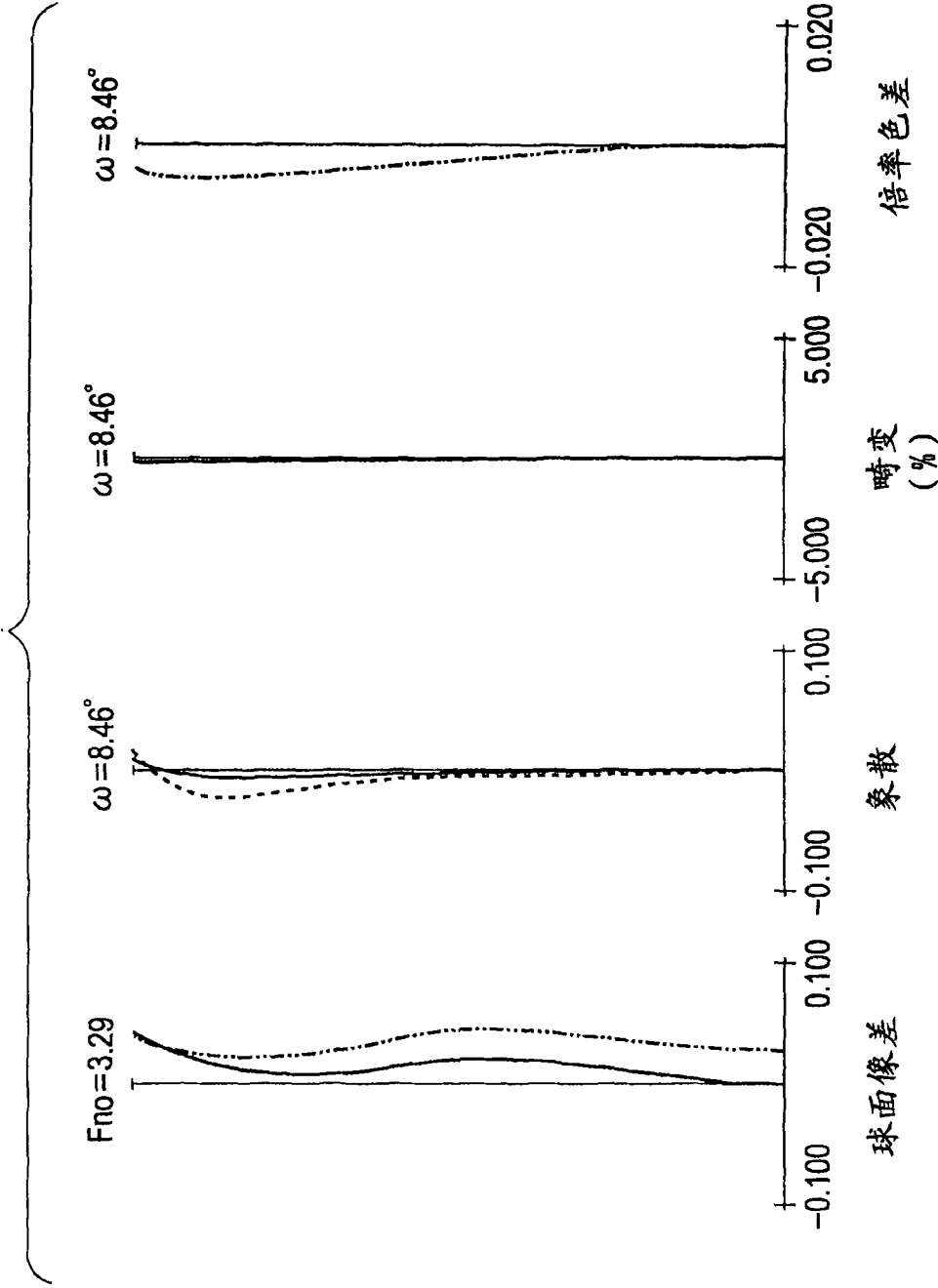


图 8B

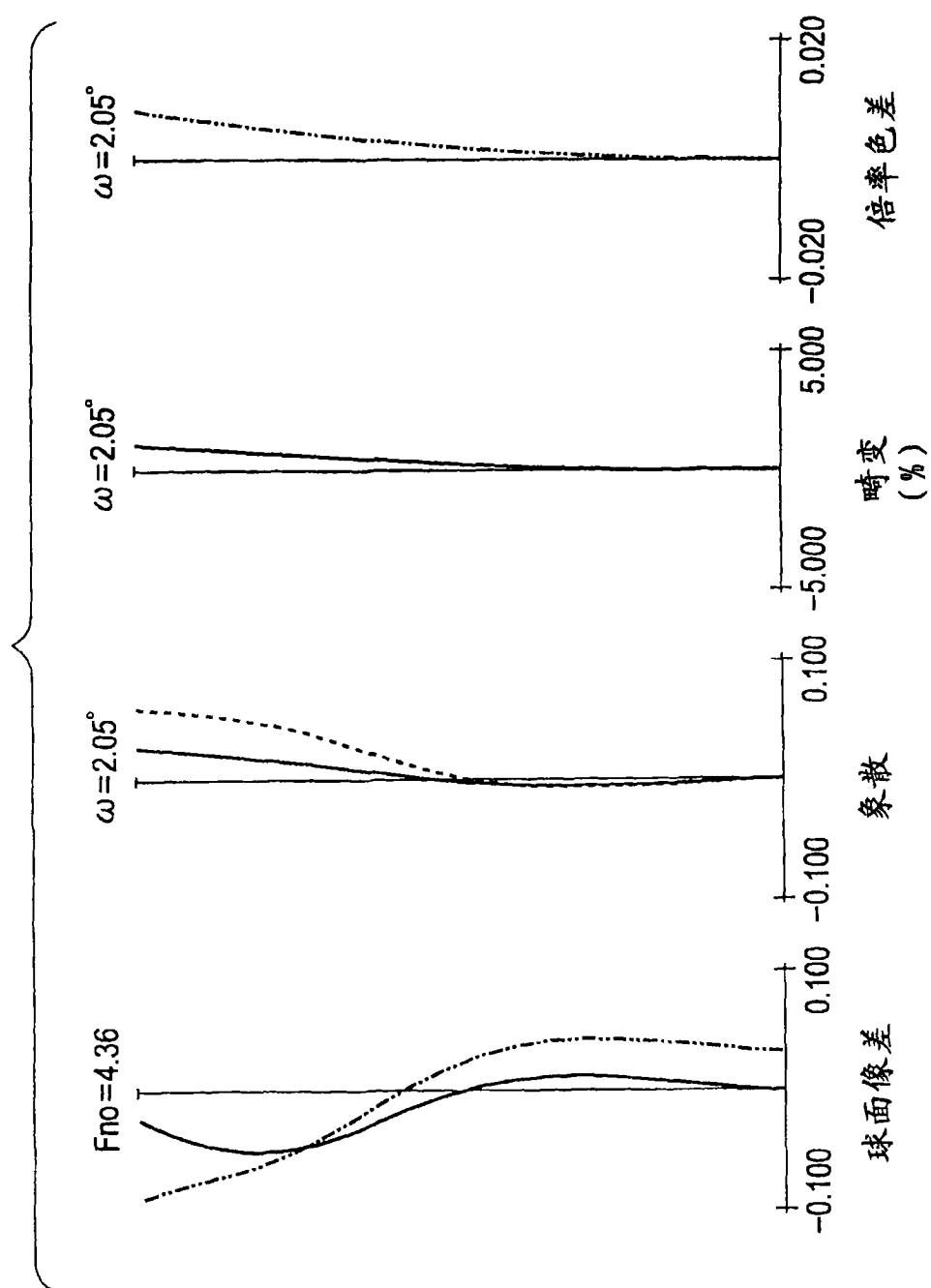


图 8C

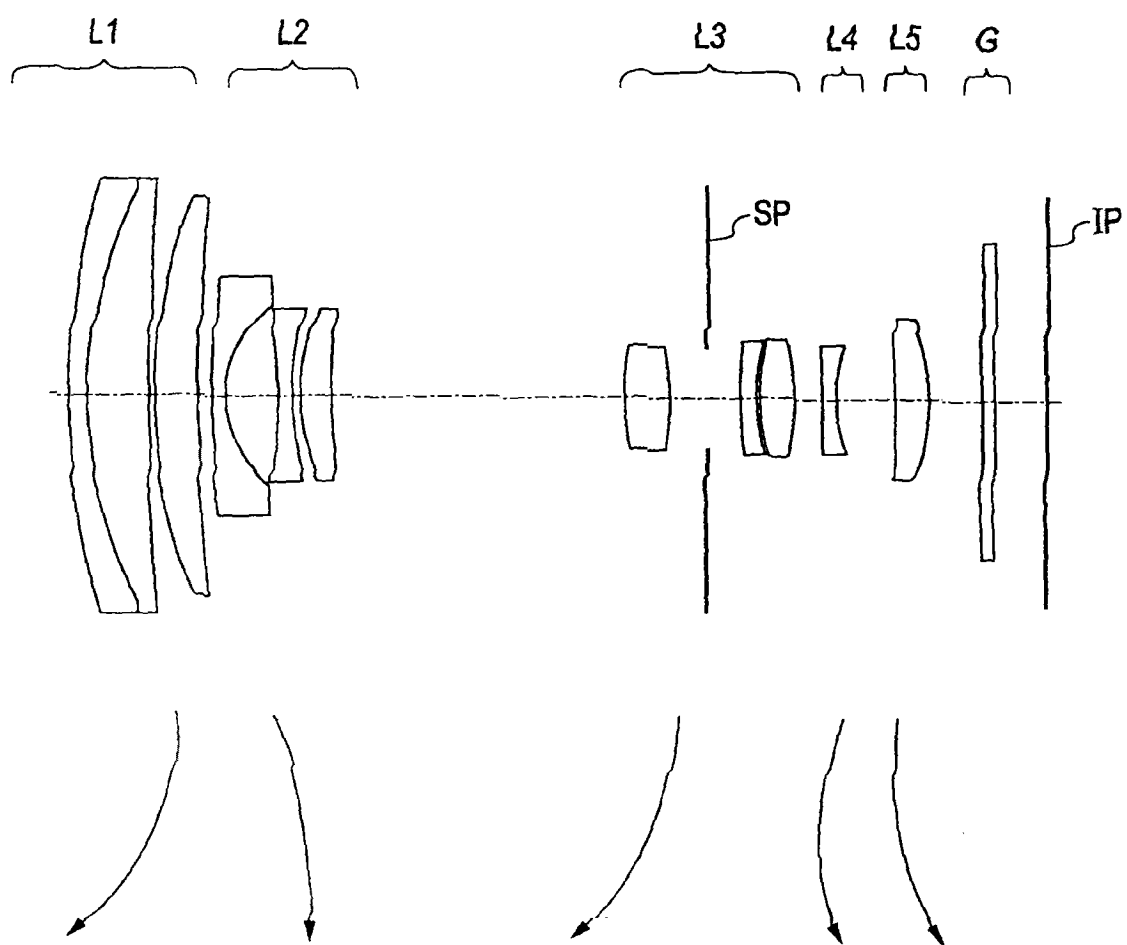


图 9

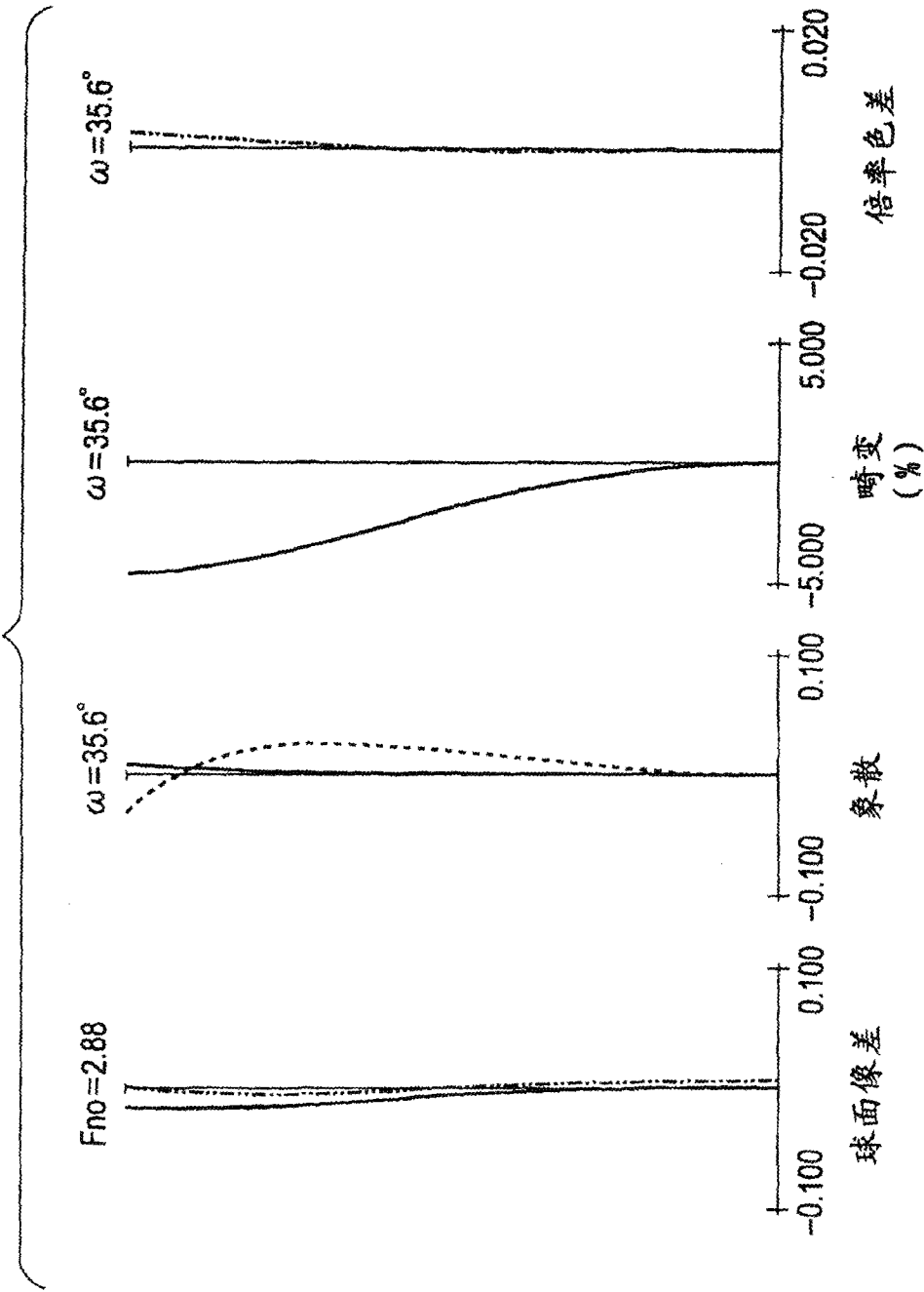


图 10A

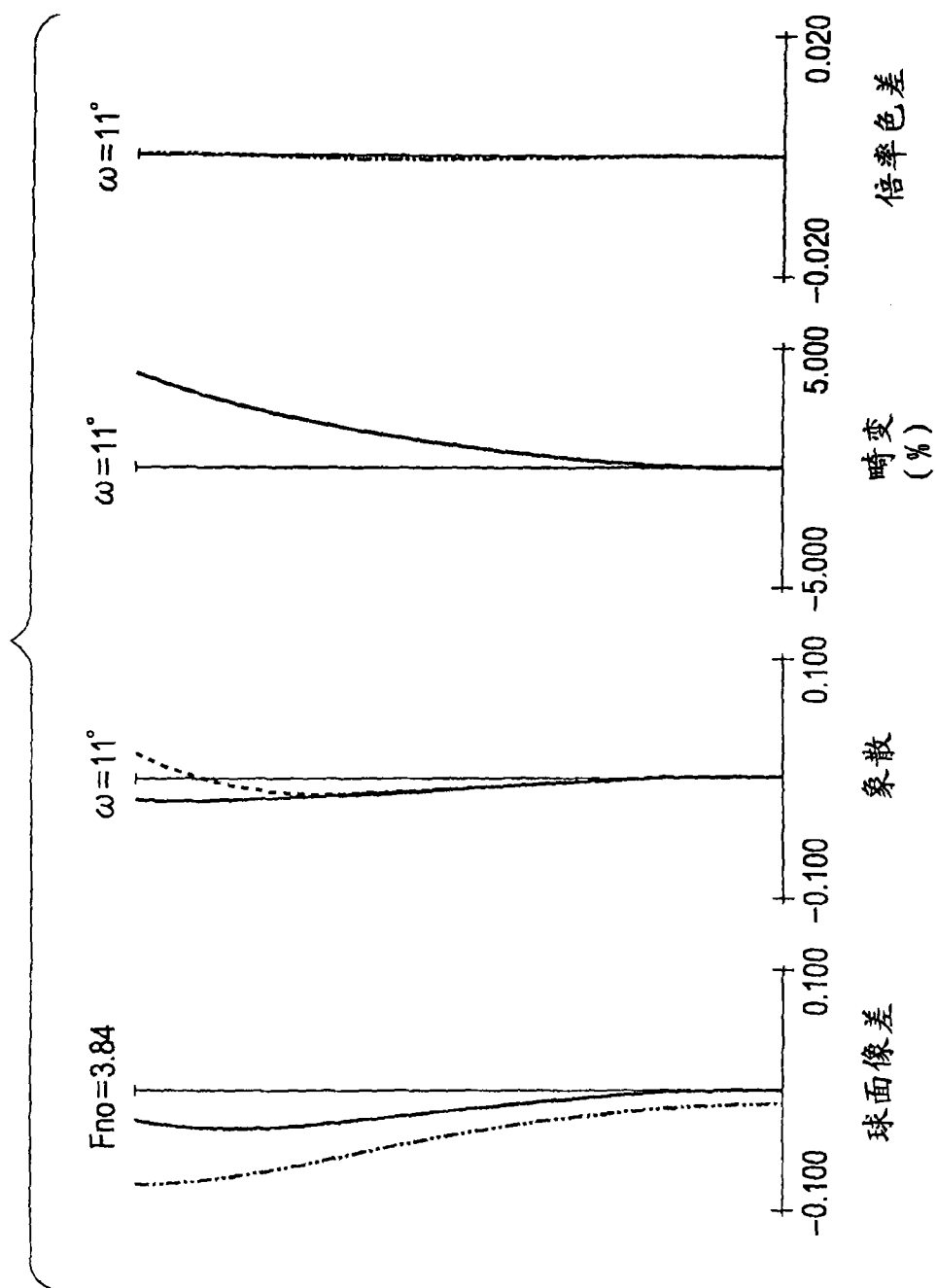


图 10B

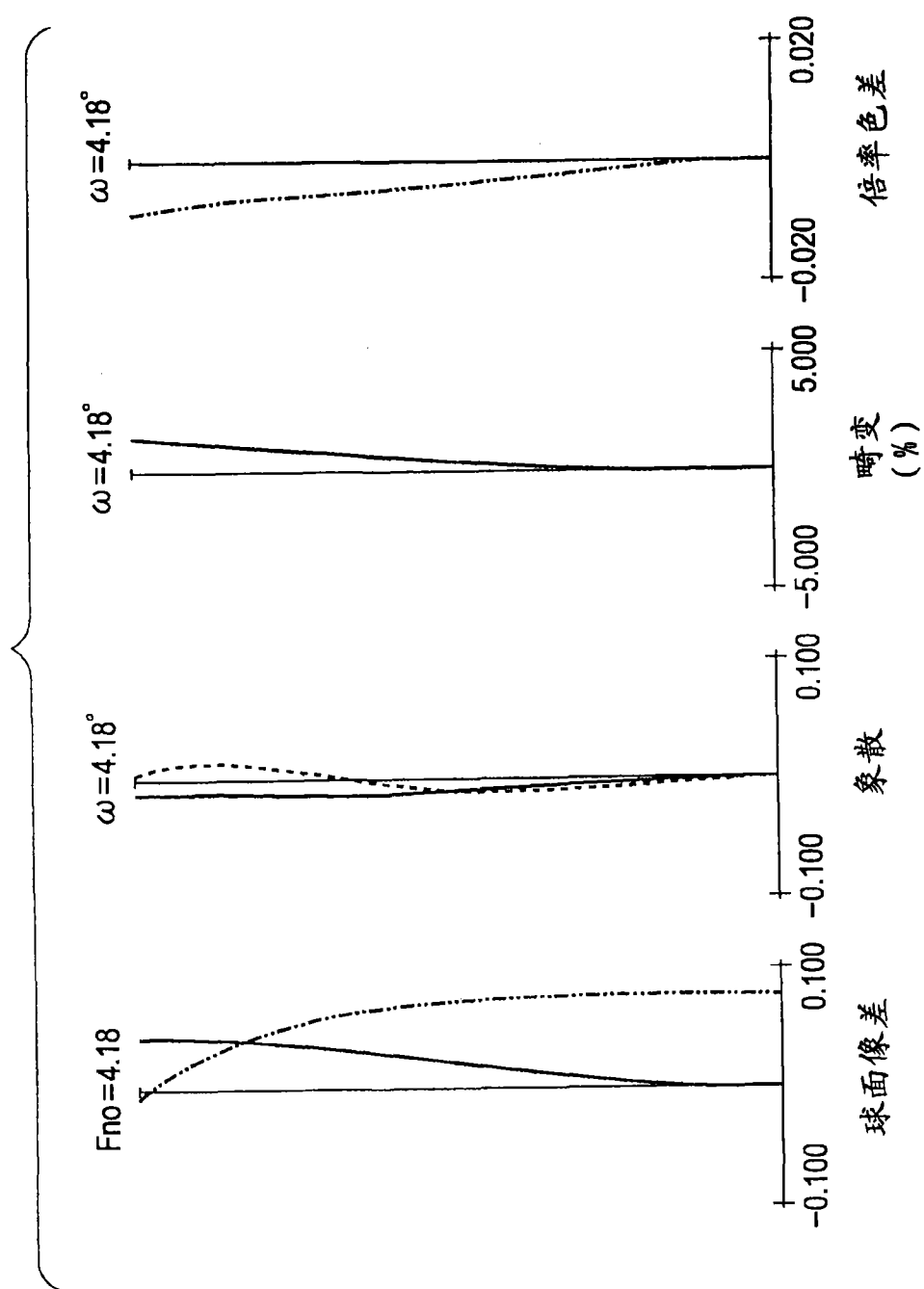


图 10C

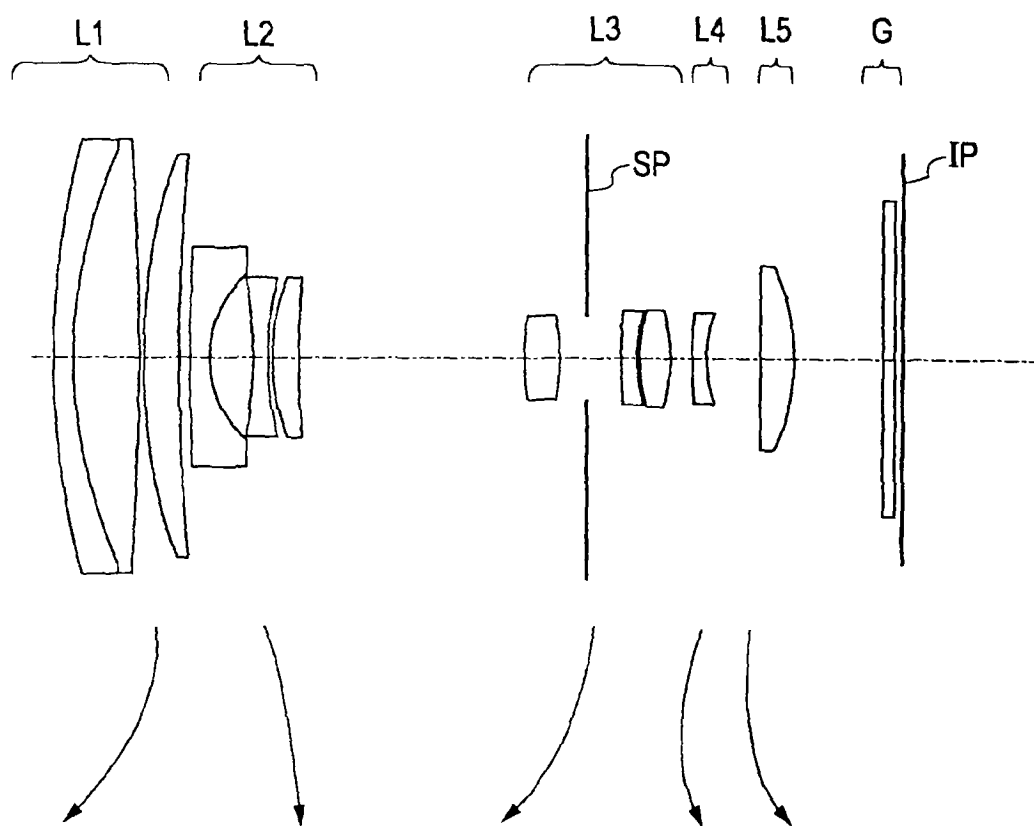


图 11

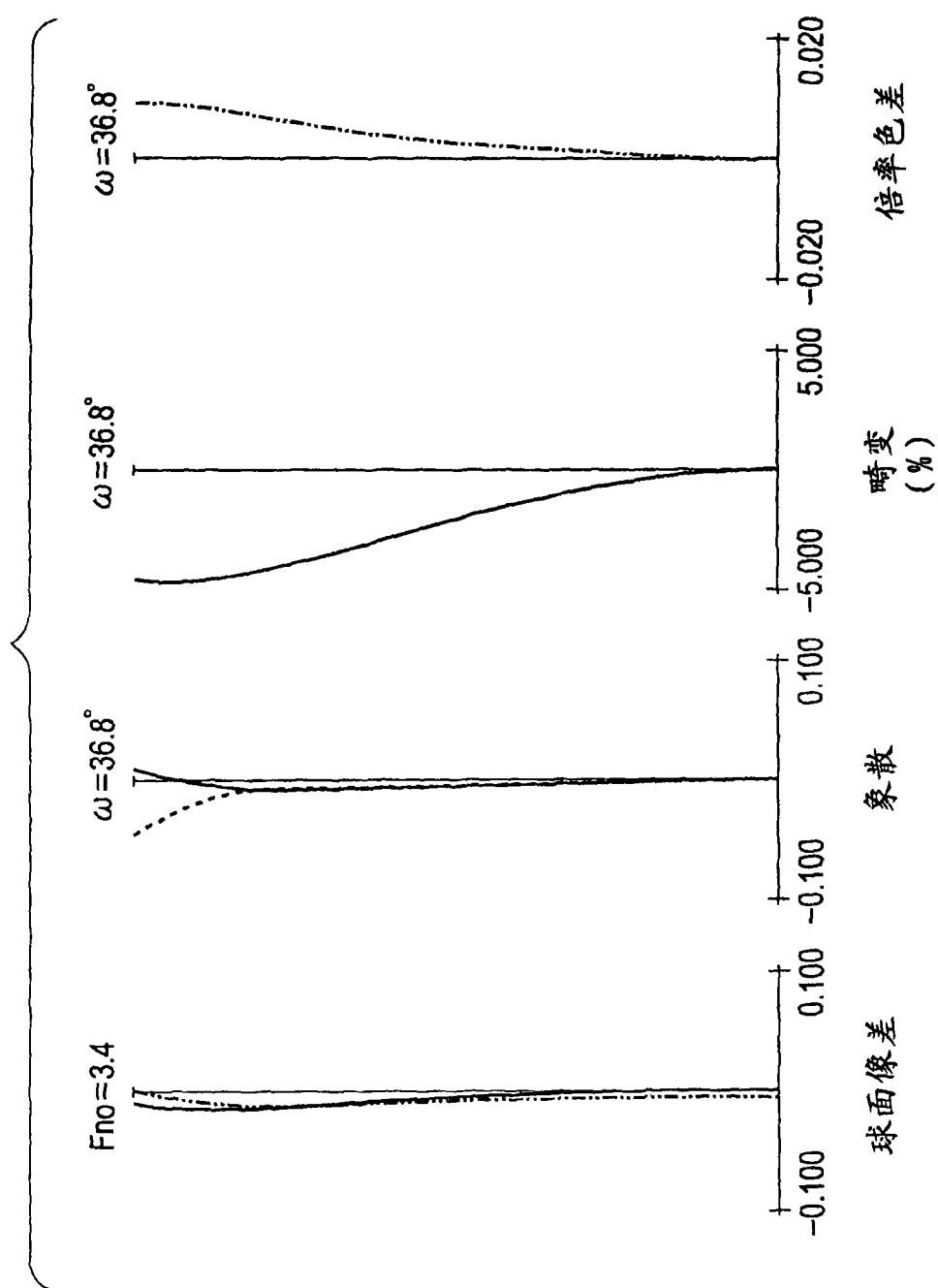


图 12A

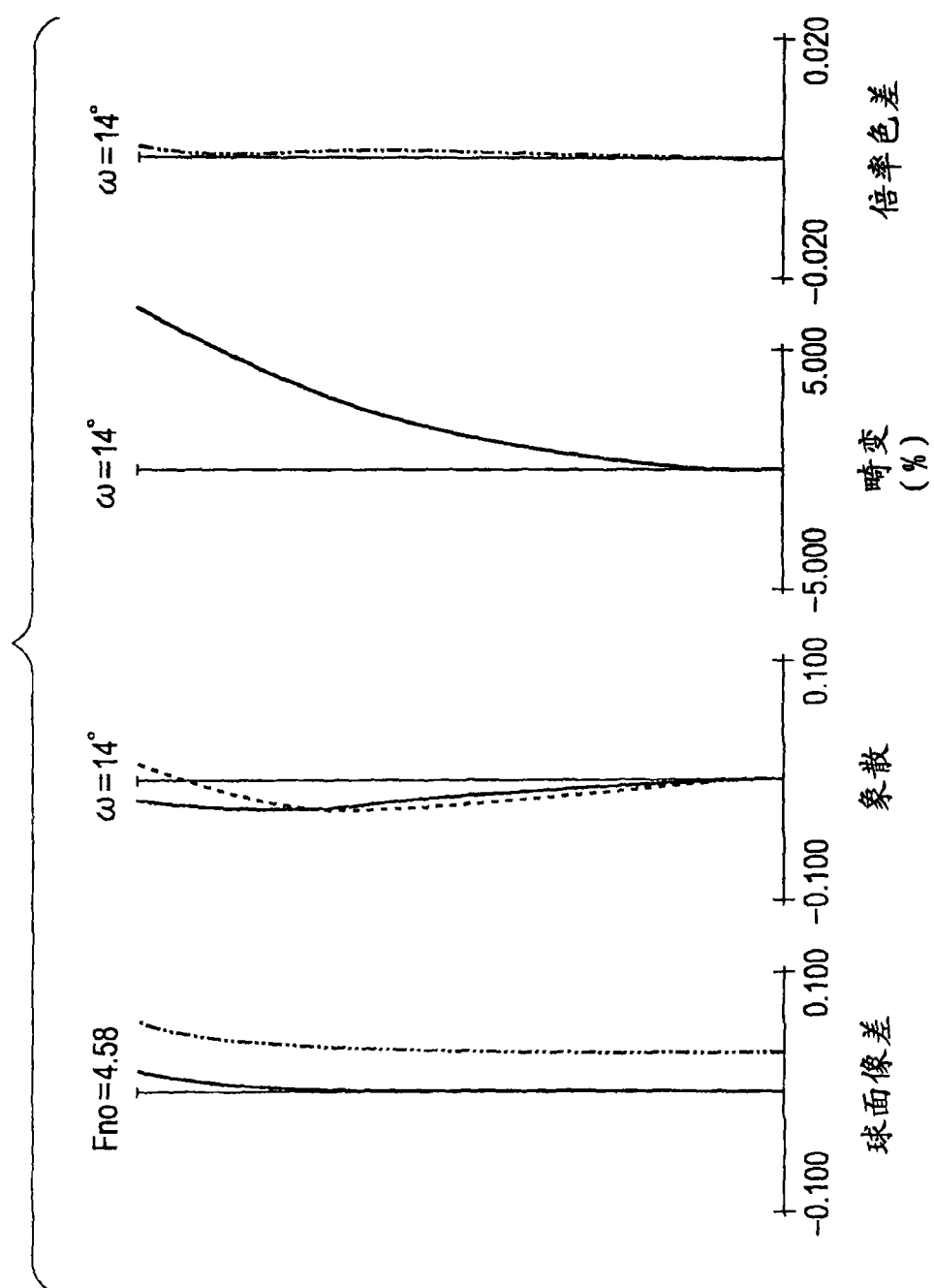


图 12B

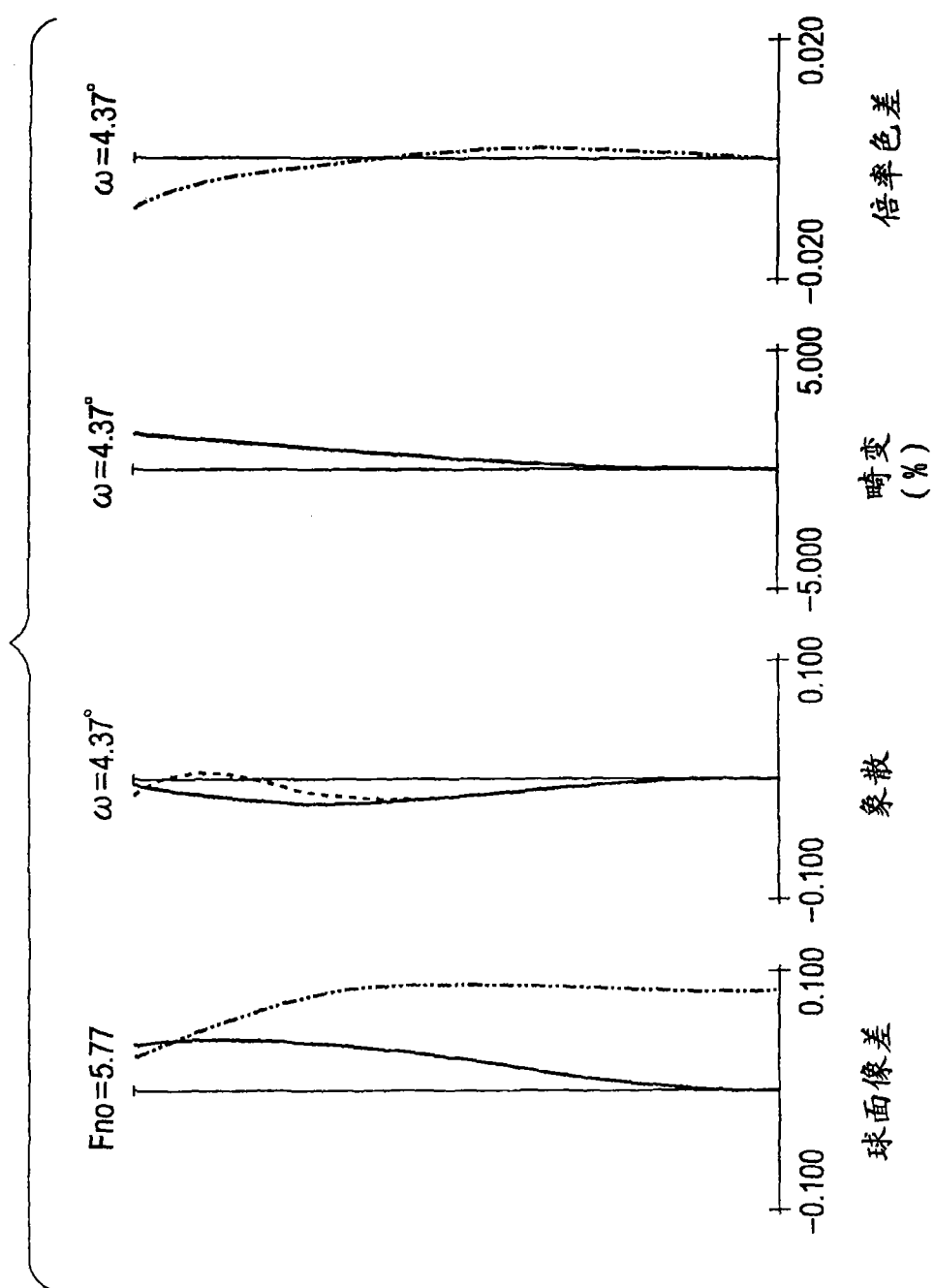


图 12C

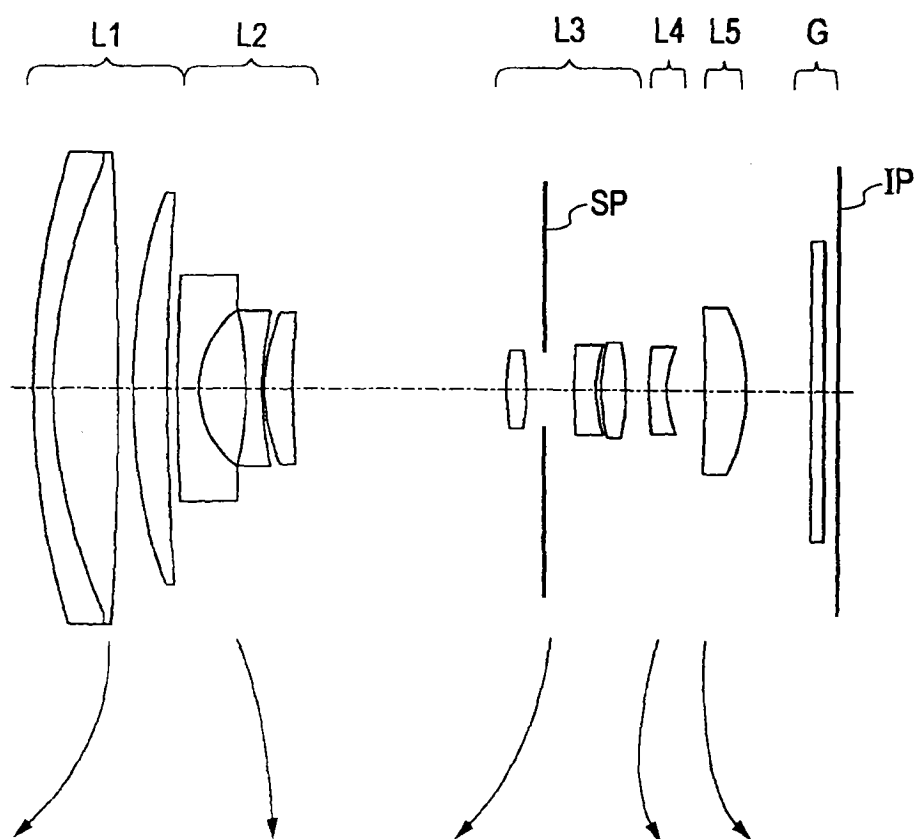


图 13

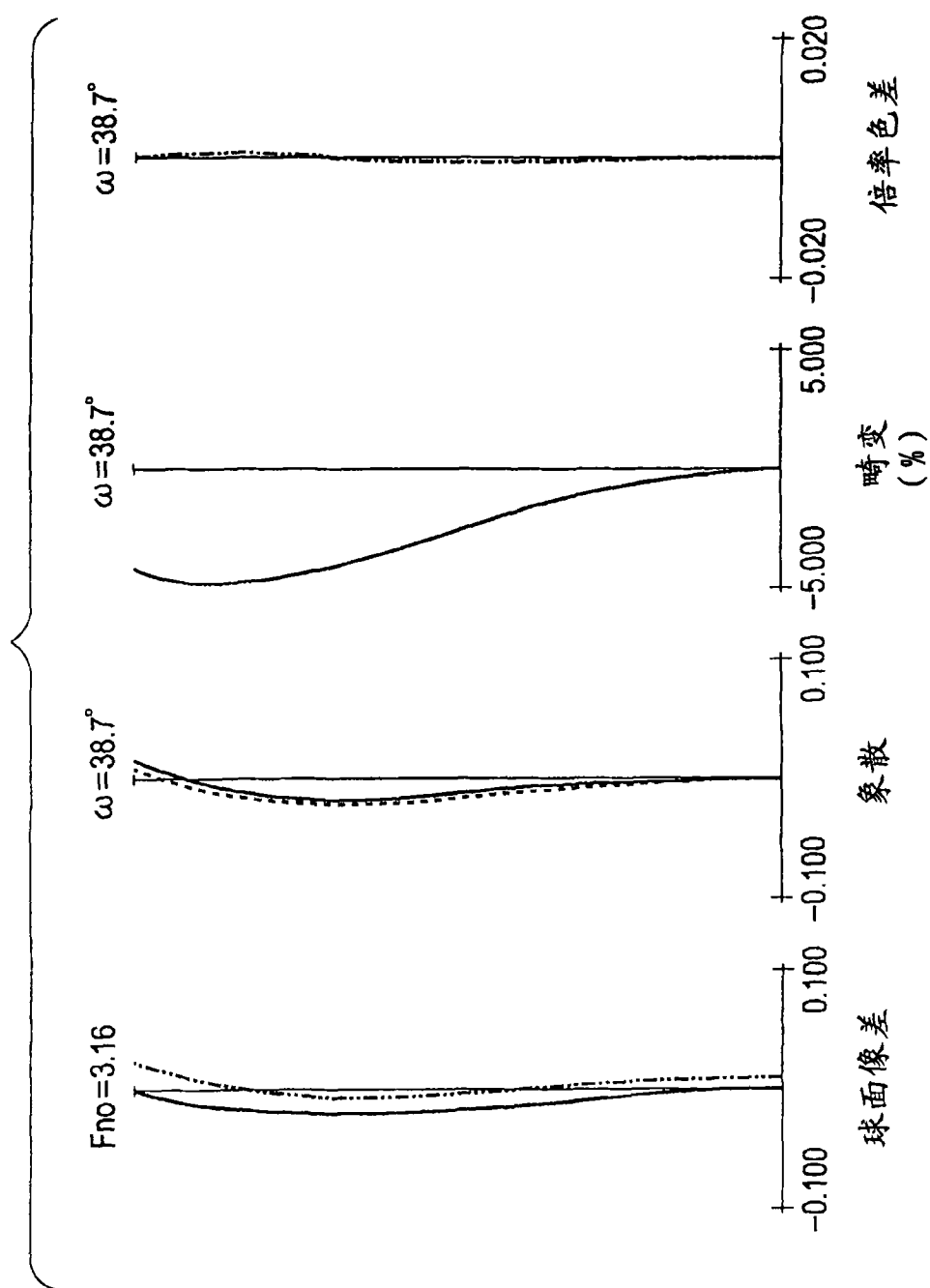


图 14A

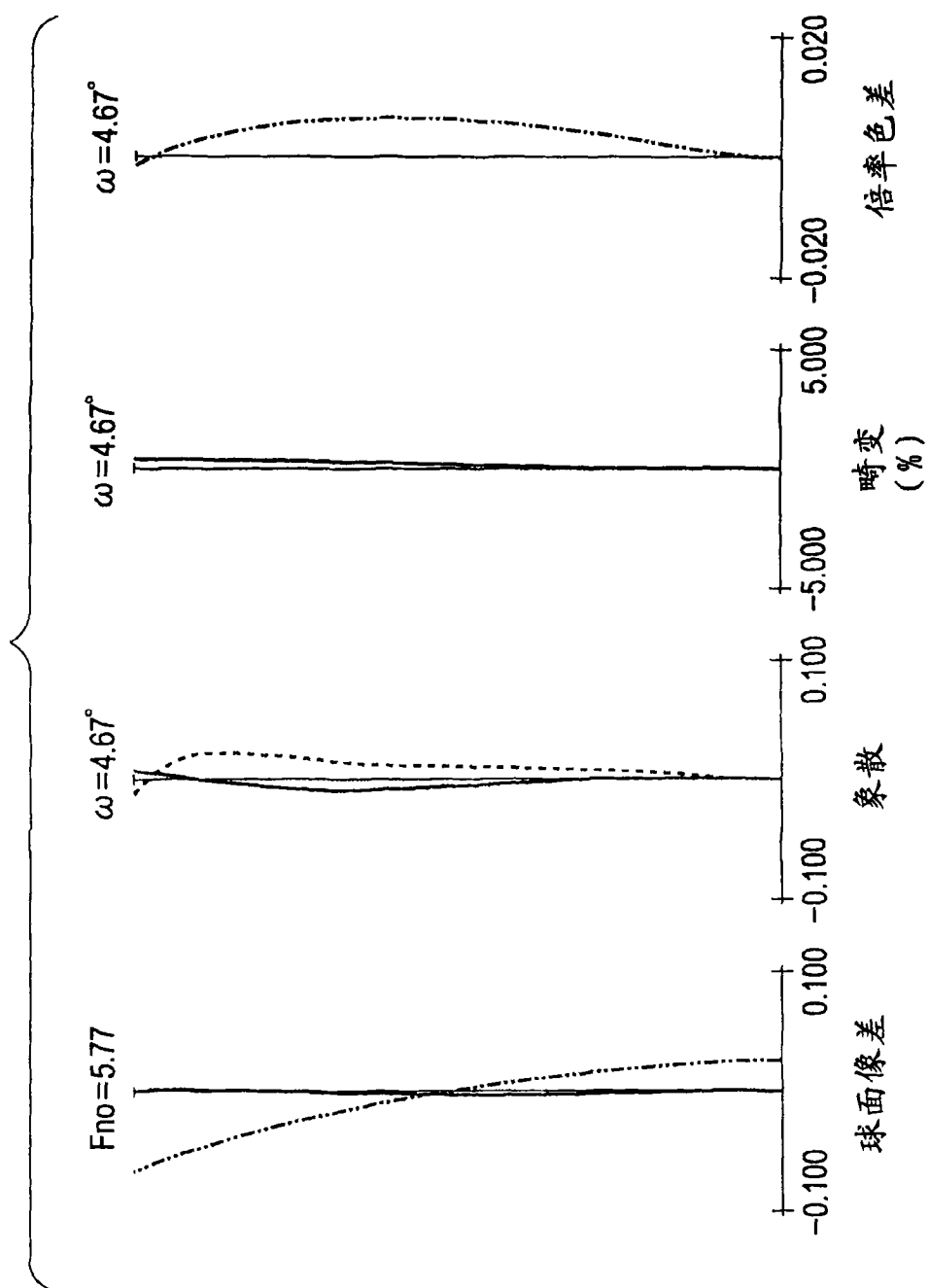


图 14B

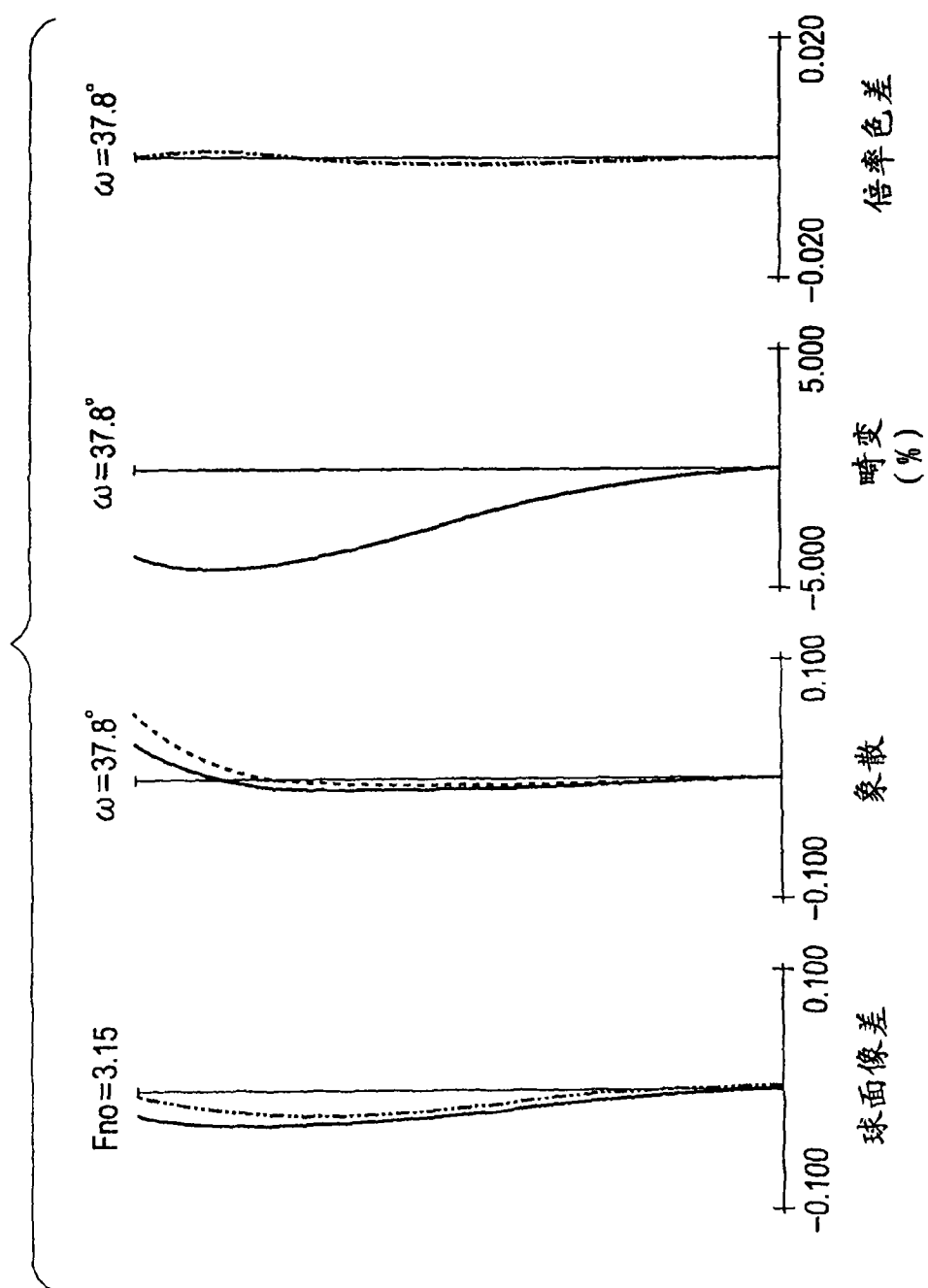


图 14C

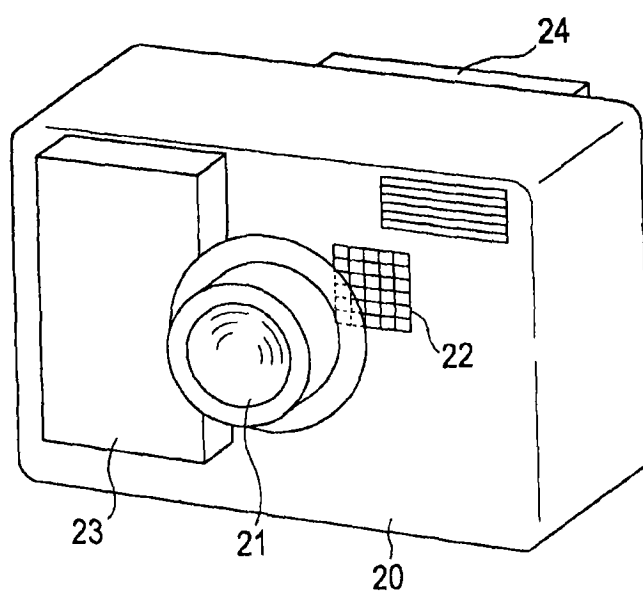


图 15