



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101988987 B

(45) 授权公告日 2012.07.18

(21) 申请号 201010242050.2

(22) 申请日 2010.07.29

(30) 优先权数据

2009-180540 2009. 08. 03 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 藤崎丰克

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 李颖

(51) Int. Cl.

G02B 15/173 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2008-15251 A, 2006.01.24, 全文.

CN 1648712 A, 2005. 08. 03, 全文.

CN 1512211 A, 2004. 07. 14, 全文.

US 2009/0046374 A1, 2009. 02. 19, 全文.

US 2009/0021844 A1, 2009. 01. 22, 全文.

CN 101344636 A, 2009. 01. 14, 全文.

CN 101256272 A, 2008. 09. 03, 全文.

US 7286304 B1, 2007. 10. 23, 全文.

US 7206137 A1, 2007. 04. 17, 全文.

CN 101017237 A, 2007. 08. 15, 全文.

US 7177092 B2, 2007. 02. 13, 全文.

CN 1424613 A, 2003. 06. 18, 全文.

审查员 章锦

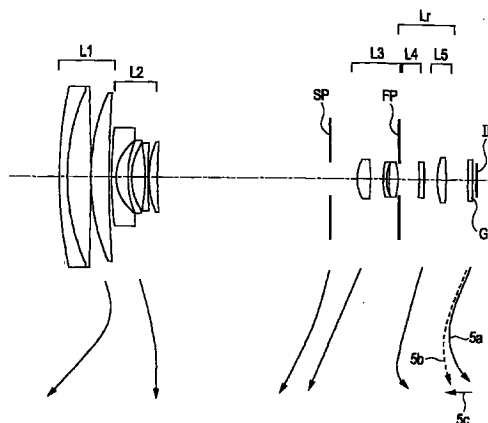
权利要求书 2 页 说明书 26 页 附图 29 页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明提供变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置。一种变焦透镜,按照从物侧到像侧的顺序包括:第一透镜单元,具有正折光力;第二透镜单元,具有负折光力;第三透镜单元,具有正折光力;后组,包括至少一个透镜单元。对于从广角端向望远端的变焦,第一透镜单元向物侧移动,第二透镜单元向像侧移动,第三透镜单元向物侧移动。基于预定的条件设定第一透镜单元、第二透镜单元和第三透镜单元针对从广角端向望远端的变焦的移动量以及第二透镜单元和第三透镜单元的焦距。



1. 一种变焦透镜,包括:

第一透镜单元,具有正折光力;

第二透镜单元,具有负折光力;

第三透镜单元,具有正折光力;以及

后组,包括至少一个透镜单元,

其中,按照从物侧到像侧的顺序布置第一透镜单元、第二透镜单元、第三透镜单元和后组,

其中,在从广角端向望远端的变焦期间,第一透镜单元向物侧移动,第二透镜单元向像侧移动,第三透镜单元向物侧移动,以及

其中,满足以下条件式:

$$1.4 < (M2 \times M3) / (f2 \times f3) < 10.0,$$

$$1.5 < M1/M3 < 5.0,$$

其中, M1、M2 和 M3 分别表示第一透镜单元、第二透镜单元和第三透镜单元的针对从广角端向望远端的变焦的移动量, f2 和 f3 分别表示第二透镜单元和第三透镜单元的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$-0.12 < f2/f_t < -0.01,$$

其中, f_t 表示整个变焦透镜在望远端处的焦距。

3. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$0.01 < f3/f_1 < 0.27,$$

其中, f_1 表示第一透镜单元的焦距。

4. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$0.01 < T_{dw}/f_t < 1.00,$$

其中, f_t 表示整个变焦透镜在望远端处的焦距, T_{dw} 表示整个变焦透镜在广角端处的透镜总长。

5. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$-10.0 < M1/M2 < -1.4.$$

6. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$10.0 < f_1/f_w < 50.0,$$

其中, f_w 表示整个变焦透镜在广角端处的焦距, f_1 表示第一透镜单元的焦距。

7. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$0.01 < f3/f_t < 0.25,$$

其中, f_t 表示整个变焦透镜在望远端处的焦距。

8. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$0.3 < (M1 \times M3) / (f_1 \times f3) < 5.0,$$

其中, f_1 表示第一透镜单元的焦距。

9. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$$5.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 25.0,$$

其中, β_{2w} 和 β_{2t} 分别表示第二透镜单元在广角端处和望远端处的横向倍率。

10. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件式:

$-15.0 < f1/f2 < -7.0$,

其中, $f1$ 表示第一透镜单元的焦距。

11. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 通过按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式移动第三透镜单元来校正由变焦透镜的振动导致的拍摄图像的模糊。

12. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述后组按照从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透镜单元, 并且, 所述第四透镜单元和第五透镜单元针对变焦而移动。

13. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 由具有正折光力的第四透镜单元形成所述后组, 其中, 所述第四透镜单元针对变焦而移动。

14. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述后组按照从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透镜单元, 并且, 第四透镜单元针对变焦而移动。

15. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 还包括:

孔径光阑, 设置在第三透镜单元的物侧, 所述孔径光阑被配置为在变焦期间与第一透镜单元、第二透镜单元和第三透镜单元无关地移动。

16. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述变焦透镜在图像拾取元件的表面上在像面处形成图像。

17. 一种图像拾取装置, 包括:

根据权利要求 1 ~ 16 中的任一个所述的变焦透镜; 以及

固态图像拾取元件, 被配置为用于接收由所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置,更具体地说,本发明涉及一种适合在诸如视频照相机、电子静止照相机的图像拾取装置或诸如使用卤化银胶片的照相机的图像拾取装置中使用的变焦透镜。

背景技术

[0002] 近年来,功能性增加而尺寸变小的图像拾取装置已经变得非常吸引人。此外,越来越需要具有紧凑的尺寸、宽的视角、高的变焦比和高的分辨力的变焦透镜作为在这样的图像拾取装置中使用的成像光学系统。

[0003] 已知这样的变焦透镜,在该变焦透镜中,按照从物侧到像侧的顺序布置: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包括至少一个透镜单元的后组(rear group)。为了下面的描述,将放置将被成像的物体的透镜侧称为透镜的物侧或前侧;并且,将形成图像的透镜侧称为透镜的像侧或后侧。因此,例如,按照从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力、负折光力、正折光力和正折光力的四个透镜单元的变焦透镜是已知的。

[0004] 美国专利 No. 7, 206, 137 公开了一种变焦透镜,该变焦透镜具有 15 或更大的变焦比并在广角端处具有 62 度的成像视角。

[0005] 美国专利 No. 7, 286, 304 公开了一种变焦透镜,该变焦透镜按照从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力、负折光力、正折光力、正折光力和正折光力的五个透镜单元。

[0006] 美国专利 No. 7, 177, 092 公开了一种变焦透镜,该变焦透镜按照从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力、负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的五个透镜单元。

[0007] 为了减小整个变焦透镜的尺寸同时又保持预定的变焦比,构成变焦透镜的透镜单元的折光力(光焦度(optical power)=焦距的倒数)被增大,并且透镜的数量被减少。然而,在这样的变焦透镜中,随着透镜表面的折光力的增加,透镜厚度将增加以确保边缘厚度。特别地,前透镜有效直径增大,由此难以充分减小整个变焦透镜的尺寸。同时,难以校正正在望远端处的诸如色差的像差。

[0008] 为了在上述的四单元或五单元的变焦透镜中获得高的光学性能的同时又实现高的变焦比和紧凑的透镜系统,适当地设定透镜单元的折光力、透镜配置和用于变焦的移动条件是重要的。特别地,适当地设定第二和第三透镜单元的折光力以及用于变焦的第一、第二和第三透镜单元的移动条件是重要的。

发明内容

[0009] 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以及包括至少一个透镜单元的后组。按照从物侧到像侧的顺序布置第一透镜单元、第二透镜单元、第三透镜单元和后组。在从广角端向望远端的变焦期间,第一透镜单元向物侧移动,第二透镜单元向像侧移动,第三

透镜单元向物侧移动。以下条件式被满足：

[0010] $1.4 < (M2 \times M3) / (f2 \times f3) < 10.0$

[0011] $1.5 < M1/M3 < 5.0$ 其中, $M1$ 、 $M2$ 和 $M3$ 表示对于从广角端向望远端的变焦的第一透镜单元、第二透镜单元和第三透镜单元的移动量, $f2$ 和 $f3$ 表示第二透镜单元和第三透镜单元的焦距。

[0012] 根据本发明, 能够获得具有紧凑的光学系统、宽的视角、高的变焦比和在整个变焦范围中高的光学性能的变焦透镜。

[0013] 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

[0014] 图 1 是根据本发明第一实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0015] 图 2A、图 2B 和图 2C 是第一实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0016] 图 3 是根据本发明第二实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0017] 图 4A、图 4B 和图 4C 是第二实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0018] 图 5 是根据本发明第三实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0019] 图 6A、图 6B 和图 6C 是第三实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0020] 图 7 是根据本发明第四实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0021] 图 8A、图 8B 和图 8C 是第四实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0022] 图 9 是根据本发明第五实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0023] 图 10A、图 10B 和图 10C 是第五实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0024] 图 11 是根据本发明第六实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0025] 图 12A、图 12B 和图 12C 是第六实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0026] 图 13 是根据本发明第七实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。

[0027] 图 14A、图 14B 和图 14C 是第七实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0028] 图 15 是示出具有根据本发明至少一个实施例的变焦透镜的图像拾取装置的某些部件的示意图。

具体实施方式

[0029] 根据本发明的变焦透镜按照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和包括至少一个透镜单元的后组。为了从广角端向望远端相对于图像拾取表面 (像面) 来变焦, 第一透镜单元向物侧移动, 第二透镜单元向像侧移动, 第三透镜单元向物侧移动。

[0030] 图 1 是根据本发明第一实施例在广角端（短焦距端）处的变焦透镜的透镜横断面图。图 2A、图 2B 和图 2C 是第一实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端（长焦距端）的像差图。图 3 是根据本发明第二实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。图 4A、图 4B 和图 4C 是第二实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 5 是根据本发明第三实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。图 6A、图 6B 和图 6C 是第三实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 7 是根据本发明第四实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。图 8A、图 8B 和图 8C 是第四实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 9 是根据本发明第五实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。图 10A、图 10B 和图 10C 是第五实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 11 是根据本发明第六实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。图 12A、图 12B 和图 12C 是第六实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 13 是根据本发明第七实施例在广角端处的变焦透镜的透镜横断面图。图 14A、图 14B 和图 14C 是第七实施例的变焦透镜分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 15 是包括本发明的变焦透镜的照相机（图像拾取装置）的某些部件的示意图。

[0031] 各种实施例的变焦透镜是适合在诸如视频照相机、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成像透镜系统。在透镜横断面图中，左侧是物侧（前侧），右侧是像侧（后侧）， i 表示从物侧开始透镜单元的顺序编号， L_i 表示第 i 个透镜单元， L_r 表示包括至少一个透镜单元的后组。

[0032] 参照图 1、图 3、图 5、图 7 和图 9 中示出的第一到第五实施例的透镜横断面图，变焦透镜包括：具有正折光力的第一透镜单元 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 以及后组 L_r 。由具有负折光力的第四透镜单元 L_4 和具有正折光力的第五透镜单元 L_5 形成后组 L_r 。

[0033] 参照图 11 中示出的第六实施例的透镜横断面图，变焦透镜包括：具有正折光力的第一透镜单元 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 以及由具有正折光力的第四透镜单元 L_4 形成的后组 L_r 。

[0034] 参照图 13 中示出的第七实施例的透镜横断面图，变焦透镜包括：具有正折光力的第一透镜单元 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 以及后组 L_r 。由具有正折光力的第四透镜单元 L_4 和具有正折光力的第五透镜单元 L_5 形成后组 L_r 。

[0035] 在实施例中，孔径光阑 SP 设置在第三透镜单元 L_3 的物侧。光斑遮挡 (flare cut) 光阑 FP 设置在第三透镜单元 L_3 的像侧，以便阻止不必要的光。光学块 G 相当于滤光器、面板、晶体低通滤光器或红外截止滤光器。当变焦透镜被用于视频照相机或数字静止照相机的成像光学系统时，像面 IP 相当于诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像拾取元件（光电转换元件）的图像拾取表面，而当变焦透镜被用于卤化银胶片照相机中时，像面 IP 相当于充当胶片表面的感光表面。

[0036] 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。横向色差由 g 线表示， ω 表示半视角（成像视角的一半）， F_{no} 表示 f 数。

[0037] 在以下的实施例中,广角端和望远端是指当将用于变焦的透镜单元放置在光轴上可机械移动的范围的相对端处时所设置的变焦位置。

[0038] 在实施例的透镜横断面图中,箭头示出用于从广角端向望远端变焦或用于聚焦的移动路径。

[0039] 在图 1、图 3、图 5、图 7 和图 9 中示出的第一到第五实施例中,在从广角端向望远端变焦期间,第一透镜单元 L1 沿凸起的路径向像侧移动,第二透镜单元 L2 沿凸起的路径向像侧移动,第三透镜单元 L3 向物侧移动,第四透镜单元 L4 沿凸起的路径向物侧移动,第五透镜单元沿凸起的路径向物侧移动,如箭头所示。孔径光阑 SP 与其它透镜单元无关地移动。光斑遮挡光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一起移动。

[0040] 后对焦 (rear focus) 方法被采用,其中,通过沿光轴移动第五透镜单元 L5 来执行聚焦。通过向前移动第五透镜单元 L5 来执行在望远端处从在穷远处的物体向附近物体的聚焦,如透镜横断面图中的箭头 5c 所示。有关第五透镜单元 L5 的实曲线 5a 和虚曲线 5b 分别表示当焦点在位于无穷远处的物体上和附近物体上时第五透镜单元 L5 沿其移动以校正由于从广角端向望远端变焦而导致的像面变化的移动路径。

[0041] 在第一到第五实施例中,按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式来移动具有正折光力的第三透镜单元 L3,由此校正当光学系统(变焦透镜)整体振动时造成的拍摄图像的模糊。

[0042] 在图 11 中示出的第六实施例中,在从广角端向望远端变焦期间,第一透镜单元 L1 沿凸起的路径向像侧移动,第二透镜单元 L2 沿凸起的路径向像侧移动,第三透镜单元 L3 向物侧移动,第四透镜单元 L4 沿凸起的路径向物侧移动,如箭头所示。孔径光阑 SP 与其它透镜单元无关地移动。光斑遮挡光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一起移动。

[0043] 后对焦方法被采用,其中,通过沿光轴移动第四透镜单元 L4 来执行聚焦。通过向前移动第四透镜单元 L4 来执行在望远端处从位于无穷远处的物体向附近物体的聚焦,如透镜横断面图中的箭头 4c 所示。有关第四透镜单元 L4 的实曲线 4a 和虚曲线 4b 分别表示当焦点在位于无穷远处的物体上和附近物体上时第四透镜单元 L4 沿其移动以便校正由于从广角端向望远端变焦而导致的像面变化的移动路径。

[0044] 在第六实施例中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式被移动,由此校正当光学系统(变焦透镜)整体振动时导致的拍摄图像的模糊。

[0045] 在图 13 中示出的第七实施例中,在从广角端向望远端变焦期间,第一透镜单元 L1 沿凸起的路径向像侧移动,第二透镜单元 L2 沿凸起的路径向像侧移动,第三透镜单元 L3 向物侧移动,第四透镜单元 L4 沿凸起的路径向物侧移动,第五透镜单元 L5 不针对变焦而移动。在第一到第四透镜单元针对变焦而移动的同时,第五透镜单元 L5 可根据需要与其它透镜单元无关地针对变焦而移动。孔径光阑 SP 与其它透镜单元无关地移动。光斑遮挡光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一起移动。

[0046] 后对焦方法被采用,其中,通过沿光轴移动第四透镜单元 L4 来执行聚焦。如透镜横断面图中的箭头 4c 所示,通过向前移动第四透镜单元 L4 来执行在望远端处从位于无穷远处的物体向附近物体的聚焦。有关第四透镜单元 L4 的实曲线 4a 和虚曲线 4b 分别表示当焦点在位于无穷远处的物体上和附近物体上时第四透镜单元 L4 沿其移动以便校正由

于从广角端向望远端变焦而导致的像面变化的移动路径。

[0047] 在第七实施例中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式被移动,由此校正当光学系统(变焦透镜)整体振动时导致的拍摄图像的模糊。

[0048] 在实施例中,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 针对变焦而移动,以便在望远端处比在广角端处更靠近物侧。这减少了在广角端处的透镜总长,减小了前透镜有效直径,并获得了高的变焦比。特别地,在实施例中,对于从广角端向望远端变焦,第三透镜单元 L3 向物侧移动,以便共享变焦功能。此外,具有正折光力的第一透镜单元 L1 向物侧移动,使得第二透镜单元 L2 具有大份额的变焦功能。结果,在不大大地增加第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的折光力的情况下,获得 20 或更大的高变焦比。后对焦方法被采用,在该后对焦方法中,通过沿光轴在第六实施例中移动第四透镜单元 L4 或在第一到第五实施例和第七实施例中移动第五透镜单元 L5 来执行聚焦。在第一到第五实施例中,可利用具有负折光力的第四透镜单元 L4 来执行聚焦。在这种情况下,通过将具有负折光力的第四透镜单元 L4 向后侧(像侧)移动来执行在望远端处从位于无穷远处的物体向附近物体的聚焦。

[0049] 此外,在实施例中,通过按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式移动具有正折光力的第三透镜单元 L3,使得成像位置在与光轴垂直的方向上被移动。这使得能够在不添加任何光学元件(例如可变角棱镜或用于图像稳定化的任何透镜单元)的情况下校正由于整个光学系统(变焦透镜)的振动而导致的拍摄图像的模糊,并防止光学系统的总尺寸增加。当第三透镜单元 L3 按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式被移动时,它可在光轴上被旋转,或者第三透镜单元 L3 的一部分可按照在与光轴垂直的方向上具有分量的方式被移动。在实施例中,孔径光阑 SP 针对变焦而与透镜单元无关地移动。这抑制了在广角端和附近的变焦位置处、在中间像高处的像面周围的光量的快速减少。

[0050] 为了减小第一透镜单元 L1 的有效直径,优选的是减少构成第一透镜单元 L1 的透镜的数量。因此,将第一透镜单元 L1 构造为按照从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力、正折光力和正折光力的三个透镜。在实施例中,第一透镜单元 L1 包括正透镜和负透镜的粘合透镜以及正透镜。这适当地校正了在实现高的变焦比时导致的球面像差和色差。将第三透镜单元 L3 构造为包括一个负透镜和两个正透镜。在实施例中,第三透镜单元 L3 按照从物侧到像侧的顺序包括正透镜、负透镜和正透镜。这适当地校正了在图像稳定化期间导致的彗形像差。此外,第三透镜单元 L3 包括至少一个非球表面。这适当地校正了由于变焦而导致的球面像差的变化。

[0051] 在第一到第五实施例中,第四透镜单元 L4 由一个负透镜形成。这减少了变焦透镜在回缩状态下的厚度。

[0052] 在图 13 中示出的第七实施例中,将具有正折光力的第五透镜单元 L5 设置为最靠近像侧。第五透镜单元 L5 不针对变焦而相对于像面移动(是固定的)。这校正了诸如像场弯曲的像差,减少了前透镜有效直径,并且对变焦作出贡献。

[0053] 在实施例中,满足以下条件式:

$$[0054] \quad 1.4 < (M2 \times M3) / (f2 \times f3) < 10.0 \quad (1)$$

$$[0055] \quad 1.5 < M1/M3 < 5.0 \quad (2) \text{ 其中, } M1、M2 \text{ 和 } M3 \text{ 表示第一透镜单元 } L1、\text{第二透镜单元 } L2 \text{ 和第三透镜单元 } L3 \text{ 从广角端到望远端相对于像面的移动量, } f2 \text{ 和}$$

f_3 表示第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的焦距。

[0056] 移动量 M1、M2 和 M3 是指透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间沿光轴的位移量（在广角端到望远端之间的位置差）。当透镜单元向物侧移动时，移动量的符号为负，而当透镜单元向像侧移动时，移动量的符号为正。

[0057] 提供条件式 (1) 来减小整个系统的尺寸并增加视角和变焦比。条件式 (1) 适当地规定对变焦作出贡献的第二透镜单元 L2 的从广角端到望远端的变焦期间的移动量 M2 和焦距 f_2 的范围以及第三透镜单元 L3 的从广角端到望远端的变焦期间的移动量 M3 和焦距 f_3 的范围。

[0058] 通常，为了获得具有宽的视角和高的变焦比的变焦透镜，对变焦作出贡献的透镜单元的折光力和移动量被增加。然而，如果折光力过大，则难以进行像差校正，并且无法获得高的光学性能。此外，如果增加构成透镜的数量来校正像差，则难以实现整个系统的紧凑尺寸。另外，如果移动量过大，则难以实现整个系统和照相机的紧凑尺寸。

[0059] 当值低于条件式 (1) 中的下限并且第二透镜单元 L2 的移动量 M2 和第三透镜单元 L3 的移动量 M3 的乘积小于第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 和第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 的乘积时，对变焦作出主要贡献的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的折光力减小，并且它们的移动量减少。由于这个原因，难以实现高的变焦比。此外，由于第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的折光力在视角增大时下降，所以前透镜有效直径增大，并且整个系统的尺寸增大。

[0060] 相反，当所述值超过条件式 (1) 中的上限并且第二透镜单元 L2 的移动量 M2 和第三透镜单元 L3 的移动量 M3 的乘积大于第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 和第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 的乘积时，难以校正主要在广角端处的像场弯曲和横向色差。此外，难以校正在望远端处的纵向色差和抑制在整个变焦范围上像面周围的像面变化。另外，由于对变焦作出主要贡献的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的折光力增大，所以透镜单元的对于倾斜和移位偏心 (decentration) 的敏感度增加。结果，难以获得高的光学性能，因为由机械组件在照相机的组装和图像拍摄操作期间的后冲 (backlash) 而导致偏心误差。此外，如果第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离被增加以增加第二透镜单元 L2 的移动量 M2 和第三透镜单元 L3 的移动量 M3，则前透镜有效直径增加，因此，难以使照相机紧凑。

[0061] 条件式 (2) 适当地规定第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的移动量，以便在实现宽的视角和高的变焦比时减小前透镜有效直径和照相机的总尺寸。

[0062] 通常，为了在减小前透镜有效直径的同时增加变焦比，优选的是第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 在靠近广角端的变焦位置（在该位置处确定前透镜有效直径）处彼此靠近。此外，优选的是，在向望远端变焦期间，将第一透镜单元 L1 向物侧移动得比第三透镜单元 L3 多。当所述值低于条件式 (2) 中的下限并且第一透镜单元 L1 的移动量 M1 小于第三透镜单元 L3 的移动量 M3 时，难以实现高的变焦比。为了以小的移动量执行变焦，需要增加第一透镜单元 L1 的折光力。结果，难以校正特别是在望远端处的纵向色差。还需要增加第一透镜单元 L1 中的透镜数量用于像差校正，因此，前透镜有效直径增大。另外，由于第一透镜单元 L1 对于倾斜和移位偏心的敏感度增加，所以在照相机的组装期间和图像拍摄操作期间由机械组件导致的透镜偏心使得光学性能严重恶化。相反，当所述值超过条件式 (2) 中的上限并且第一透镜单元 L1 的移动量 M1 大于第三透镜单元 L3 的移动量 M3 时，第一透

镜单元 L1 需要在广角端处更靠近第三透镜单元 L3, 以便减小前透镜有效直径。结果, 难以校正特别是在广角端处的像场弯曲和横向色差, 并且难以校正在整个变焦范围上像面周围的像面变化。

[0063] 此外, 在望远端处的透镜总长 (从第一透镜表面到像面的距离) 增加。当照相机进入回缩状态时, 机械回缩单元的数量增加, 这增大了照相机的尺寸和镜筒直径。此外, 在变焦期间的图像变动 (fluctuation) 和振动噪声随着第一透镜单元 L1 的移动量 M1 的增加而增加。在实施例中, 适当地设定在变焦期间的第一透镜单元 L1 到第三透镜单元 L3 的移动量和第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 的焦距, 以满足上述条件式 (1) 和 (2)。因此, 能够实现紧凑的、在整个变焦范围上保持高的光学性能的变焦透镜, 该变焦透镜具有宽的视角、高的变焦比、小的前透镜有效直径以及短的回缩长度, 易于在生产期间进行组装。

[0064] 在实施例中, 优选的是, 如下设定条件式 (1) 和 (2) 中的数值范围:

$$[0065] \quad 1.4 < (M2 \times M3) / (f2 \times f3) < 7.0 \quad (1a)$$

$$[0066] \quad 1.5 < M1/M3 < 4.5 \quad (2a)。$$

[0067] 更优选的是, 如下设定条件式 (1a) 和 (2a) 中的数值范围:

$$[0068] \quad 1.4 < (M2 \times M3) / (f2 \times f3) < 5.0 \quad (1b)$$

$$[0069] \quad 1.5 < M1/M3 < 4.0 \quad (2b)。$$

[0070] 由于实施例采用上述配置, 因此, 能够获得紧凑的变焦透镜, 该变焦透镜具有宽的视角、高的变焦比并且在整个变焦范围上具有高的光学性能。

[0071] 特别地, 根据实施例, 能够获得如下的变焦透镜: 具有紧凑的光学系统、宽的视角、20 或更大的高变焦比以及在整个变焦范围上的高光学性能。

[0072] 在实施例中, 优选的是满足以下条件中的至少一个:

$$[0073] \quad -0.12 < f2/f_t < -0.01 \quad (3)$$

$$[0074] \quad 0.01 < f3/f_1 < 0.27 \quad (4)$$

$$[0075] \quad 0.01 < T_{dw}/f_t < 1.00 \quad (5)$$

$$[0076] \quad -10.0 < M1/M2 < -1.4 \quad (6)$$

$$[0077] \quad 10.0 < f1/f_w < 50.0 \quad (7)$$

$$[0078] \quad 0.01 < f3/f_t < 0.25 \quad (8)$$

$$[0079] \quad 0.3 < (M1 \times M3) / (f1 \times f3) < 5.0 \quad (9)$$

$$[0080] \quad 5.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 25.0 \quad (10)$$

[0081] $-15.0 < f1/f2 < -7.0$ (11) 其中, $f1$ 表示第一透镜单元 L1 的焦距, T_{dw} 表示在广角端处的透镜总长 (从第一透镜表面到像面的距离), f_w 和 f_t 表示整个变焦透镜在广角端处和望远端处的焦距, β_{2w} 和 β_{2t} 表示第二透镜单元 L2 在广角端处和望远端处的横向倍率。

[0082] 条件式 (3) 适当地规定对变焦作出主要贡献的第二透镜单元 L2 的焦距 $f2$ 的范围, 以便在减小透镜系统的总尺寸的同时增加变焦比。当所述值低于条件式 (3) 中的下限并且第二透镜单元 L2 的负焦距 $f2$ 短于整个变焦透镜在望远端处的焦距 f_t 时, 对变焦作出贡献的第二透镜单元 L2 的负折光力减小。为此, 需要增加第二透镜单元 L2 的移动量, 从而实现高的变焦比, 结果, 透镜总长增加, 并且难以使得整个变焦透镜紧凑。当移动量增加时, 在广角端处的透镜总长增加, 并且前透镜有效直径增加以保证在像面周围有足够的光

量。此外,难以校正在中间变焦范围中的像散。相反,当所述值超过条件式(3)中的上限并且第二透镜单元 L2 的负焦距 f_2 长于整个变焦透镜在望远端处的焦距 f_t 时,对变焦作出贡献的第二透镜单元 L2 的负折光力增加,并且难以校正在广角端处的彗形像差和像场弯曲。此外,对由于第二透镜单元 L2 的偏心而导致的光学性能恶化的敏感度增加,这使得组装困难。

[0083] 条件式(4)适当地规定第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 和第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 的范围,以便实现紧凑的系统和高变焦比。当所述值低于条件式(4)中的下限并且第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 短于第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 时,主要在望远端处的球面像差增加。此外,第一透镜单元 L1 的针对变焦的移动量随着变焦比的增加而增加。为此,在广角端处的透镜总长增加。当照相机进入回缩状态时,回缩机械单元的数量增加,这增加了照相机的尺寸和镜筒直径。此外,当利用第三透镜单元 L3 执行图像稳定化时,光学性能主要在望远端处恶化。相反,当所述值超过条件式(4)中的上限并且第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 长于第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 时,难以校正主要在望远端处的纵向色差。此外,第一透镜单元 L1 的折光力增加,对倾斜和移位偏心的敏感度增加,并且光学性能由于生产中的组装变化而恶化。

[0084] 条件式(5)适当地规定在广角端处的透镜总长 T_{dw} 的范围,以便实现紧凑的系统和高变焦比。当所述值低于条件式(5)中的下限并且在广角端处的透镜总长 T_{dw} 短时,难以校正主要在广角端处的像场弯曲和失真。此外,当变焦比增加时,在望远端处的透镜总长增加,因此,难以使整个系统紧凑。而且,为了减少在望远端附近像面周围的光量的快速下降,需要增加前透镜有效直径。相反,当所述值超过条件式(5)中的上限并且透镜总长 T_{dw} 长时,需要增加前透镜有效直径,以便防止在广角端附近像面周围的光量的减少,因此,难以使整个系统紧凑。

[0085] 条件式(6)适当地设定第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的针对变焦的移动量,以便在视角和变焦比增大时减小前透镜有效直径并使整个系统紧凑。当所述值低于条件式(6)中的下限并且第一透镜单元 L1 的移动量 M_1 小于第二透镜单元 L2 的移动量 M_2 时,前透镜有效直径增加,以便确保在整个变焦范围上有足够的光量。此外,为了在第一透镜单元 L1 的移动量小的情况下执行变焦,需要增加第一透镜单元 L1 的折光力,因此,难以校正主要在望远端处的纵向色差和球面像差。此外,构成第一透镜单元 L1 的透镜的数量增加以便进行像差校正,并且前透镜有效直径增加。此外,由于主要在望远端处的第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的对于相对倾斜和移位偏心的敏感度增加,所以由机械组件在照相机的组装期间和图像拍摄操作期间导致的透镜偏心使得光学性能严重恶化。相反,当所述值超过在条件式(6)中的上限并且第一透镜单元 L1 的移动量大于第二透镜单元 L2 的移动量 M_2 时,在望远端处的透镜总长增加。结果,当照相机进入回缩状态时,回缩机械单元的数量增加,这增加了照相机的尺寸和镜筒直径。此外,在变焦期间的图像变动和振动噪声随着第一透镜单元 L1 的移动量 M_1 的增加而增加。

[0086] 条件式(7)适当地规定第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 与整个变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 的比率,以便实现紧凑的系统、宽的视角和高变焦比。当所述值低于条件式(7)中的下限并且第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 短于整个变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 时,难以校正在视角增加时主要在广角端处的横向色差。此外,当变焦比增加时,纵向色差和横向色

差在望远端处增加。另外,难以确保第一透镜单元 L1 中的正透镜的边缘厚度,由此需要增加有效直径以便进行生产。这增加了前透镜有效直径。此外,第一透镜单元 L1 对偏心的敏感度在组装期间增加,由此光学性能恶化。相反,当所述值超过条件式 (7) 中的上限并且第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 长于整个变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 时,第一透镜单元 L1 的针对变焦的移动量在变焦比增加时增加,因此,整个透镜系统的尺寸增加。此外,难以校正望远端处的球面像差。此外,在变焦期间的图像变动和振动噪声随着第一透镜单元 L1 的移动量的增加而增加。

[0087] 条件式 (8) 适当地规定第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 与整个变焦透镜在望远端处的焦距 f_t 的比率,以便实现紧凑的系统和高变焦比。当所述值低于条件式 (8) 中的下限并且第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 短于整个变焦透镜在望远端处的焦距 f_t 时,难以校正主要在望远端处的球面像差。此外,由于在望远端处第三透镜单元 L3 对于倾斜和移位偏心的敏感度增加,因此,当利用第三透镜单元 L3 执行图像稳定化时,难以执行组装和获得高的光学性能。相反,当所述值超过条件式 (8) 中的上限并且第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 长于整个变焦透镜在望远端处的焦距 f_t 时,需要在增加变焦比时增加第三透镜单元 L3 的针对变焦的移动量。如果第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 之间的距离为上述目的而增加,则前透镜有效直径增加。此外,由于用于图像稳定化的第三透镜单元 L3 的移动量增加,所以照相机的尺寸和镜筒直径增加。

[0088] 条件式 (9) 适当地规定第一透镜单元 L1 的针对变焦的焦距 f_1 和针对变焦的移动量 M_1 以及第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 和针对变焦的移动量 M_3 的范围,以便实现紧凑的系统和高变焦比。当所述值低于条件式 (9) 中的下限并且第一透镜单元 L1 的移动量 M_1 与第三透镜单元 L3 的移动量 M_3 的乘积小于焦距 f_1 和 f_3 的乘积时,对变焦作出贡献的第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的折光力和移动量小,因此,难以实现高的变焦比。相反,当所述值超过条件式 (9) 中的上限且第一透镜单元 L1 的移动量 M_1 与第三透镜单元 L3 的移动量 M_3 的乘积大于焦距 f_1 和 f_3 的乘积时,在望远端处的透镜总长是长的,这增加了照相机的尺寸。当第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 和第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 减小时,折光力增加,因此,难以校正主要在望远端处的纵向色差、球面像差和彗形像差。此外,由于第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的折光力增加,所以透镜单元的对于倾斜和移位偏心的敏感度增加。结果,因为由于机械组件的反冲而导致的偏心,使得难以保持高的光学性能。

[0089] 条件式 (10) 适当地规定第二透镜单元 L2 在广角端处和望远端处的横向倍率 β_{2w} 和 β_{2t} ,以便实现紧凑的系统和高变焦比。当所述值低于条件式 (10) 中的下限并且第二透镜单元 L2 在广角端处的横向倍率 β_{2w} 明显小于在望远端处的横向倍率 β_{2t} 时,第二透镜单元 L2 针对变焦的移动量增加。为此,透镜总长增加,并且照相机的尺寸增加。相反,当所述值超过条件式 (10) 中的上限并且第二透镜单元 L2 在广角端处的横向倍率 β_{2w} 明显大于在望远端处的横向倍率 β_{2t} 时,难以在整个变焦范围上校正彗形像差和像场弯曲。此外,由于前透镜有效直径增加,所以难以使整个变焦透镜紧凑。

[0090] 条件式 (11) 适当地规定第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 和第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 ,以便当视角和变焦比增加时,在减少前透镜有效直径的同时获得高的光学性能。当所述值低于条件式 (11) 中的下限并且第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 短于第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 时,难以校正主要在望远端处的纵向色差和颜色的球面像差。此外,构成第一透镜单元

L1 的透镜的数量增加以便进行像差校正,并且,前透镜有效直径增加。此外,由于第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的对于相对倾斜和移位偏心的敏感度增加,所以在照相机的组装期间和图像拍摄操作期间由机械组件导致的透镜偏心使得光学性能严重恶化。相反,当所述值超过条件式 (11) 中的上限并且第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 长于第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 时,第一透镜单元 L1 的移动量随着变焦比的增加而增加,因此,在望远端处的透镜总长增加。结果,当照相机进入回缩状态时,回缩机械单元的数量增加,并且,照相机的尺寸和镜筒直径增加。另外,在变焦期间的图像变动和振动噪声随着第一透镜单元 L1 的移动量的增加而增加。

[0091] 为了在像差校正和变焦中抑制像差变化的同时进一步减小整个透镜系统的尺寸,优选的是如下设定条件式 (3) ~ (10) 中的数值范围:

$$[0092] \quad -0.10 < f_2/f_t < -0.01 \quad (3a)$$

$$[0093] \quad 0.10 < f_3/f_1 < 0.27 \quad (4a)$$

$$[0094] \quad 0.20 < T_{dw}/f_t < 1.00 \quad (5a)$$

$$[0095] \quad -5.0 < M_1/M_2 < -1.4 \quad (6a)$$

$$[0096] \quad 10.0 < f_1/f_w < 30.0 \quad (7a)$$

$$[0097] \quad 0.03 < f_3/f_t < 0.25 \quad (8a)$$

$$[0098] \quad 0.4 < (M_1 \times M_3)/(f_1 \times f_3) < 3.0 \quad (9a)$$

$$[0099] \quad 5.0 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 20.0 \quad (10a)$$

$$[0100] \quad -13.0 < f_1/f_2 < -7.0 \quad (11a)$$

[0101] 根据具有上述配置的实施例,能够获得具有紧凑的光学系统、宽的视角、20 或更大的高变焦比以及在整个变焦范围上的高光学性能的变焦透镜。

[0102] 接下来,将描述与本发明的第一到第七实施例相对应的第一到第七数值例。在数值例中, i 表示从物侧开始的透镜表面的顺序号, r_i 表示第 i 个光学表面 (第 i 表面) 的曲率半径, d_i 表示第 i 表面和第 $i+1$ 表面之间的距离, n_{di} 和 v_{di} 分别表示对于 d 线的第 i 个光学构件的材料的折光力和阿贝数。通过下式给出非球面形状:

[0103]
$$X = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+k)(h/R)^2]^{1/2}] + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10}$$
 其中, k 表示偏心率, A_4 、 A_6 、 A_8 和 A_{10} 是非球面系数, x 表示以该表面的顶点为基准在从光轴开始的高度 h 处在光轴方向上的位移, R 表示旁轴曲率半径。例如,“E-Z”表示“ 10^{-z} ”。在数值例中,最后两个表面是诸如滤光器或面板的光学块的表面。BF 表示从最终透镜表面到旁轴像面的空气换算距离 (后焦点)。透镜总长是从最靠近物侧的透镜表面到最终透镜表面的距离与后焦点 BF 之和。表 1 中示出上述条件式与数值例之间的关系。

[0104] 第一数值例

[0105] 单位 :mm

表面数据		r	d	nd	vd
表面号					
[0106]	1	107.113	1.70	1.80610	33.3
	2	48.704	5.30	1.49700	81.5
	3	-623.945	0.20		
	4	49.828	4.00	1.60311	60.6
	5	292.398	(可变)		
	6	93.597	1.00	1.88300	40.8
	7	9.600	2.60		
	8	22.250	0.80	1.88300	40.8
	9	12.772	3.10		
	10	-36.479	0.70	1.88300	40.8
	11	141.244	0.20		
	12	20.042	2.00	1.94595	18.0
	13	141.440	(可变)		
	14 (光阑)	∞	(可变)		
[0107]	15*	9.709	3.00	1.58313	59.4
	16*	-64.624	3.00		
	17	26.584	0.70	1.84666	23.9
	18	9.029	0.60		
	19	21.635	2.00	1.48749	70.2
	20	-17.535	0.30		
	21	∞	(可变)		
	22	-34.124	1.00	1.48749	70.2
	23	40.936	(可变)		
	24	18.546	2.00	1.48749	70.2
	25	-94.734	(可变)		
	26	∞	1.00	1.51633	64.1
	27	∞			
	像面	∞			
[0108]	非球面表面数据				

[0109] 第 15 表面

[0110] $K = -1.46351e+000$ $A4 = 7.64334e-005$ $A6 = -4.11645e-008$

[0111] $A8 = 5.81605e-010$

[0112] 第 16 表面

[0113] $K = 3.59481e+001$ $A4 = 4.87863e-005$

[0114] 各种数据

[0115] 变焦比 28.65

焦距	4.39	11.06	125.86	5.40	26.88
----	------	-------	--------	------	-------

F 数	2.87	3.61	5.41	3.05	4.07
-----	------	------	------	------	------

视角	38.44	19.31	1.76	35.67	8.20
----	-------	-------	------	-------	------

像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
----	------	------	------	------	------

透镜总长	95.28	91.08	130.90	89.77	110.00
------	-------	-------	--------	-------	--------

BF	6.69	14.99	9.19	8.57	21.06
----	------	-------	------	------	-------

[0116] d5	0.70	15.91	60.24	2.51	37.96
-----------	------	-------	-------	------	-------

d13	39.65	18.17	1.49	32.95	7.20
-----	-------	-------	------	-------	------

d14	6.30	1.98	1.48	4.35	4.01
-----	------	------	------	------	------

d21	4.73	2.75	9.75	4.20	1.69
-----	------	------	------	------	------

d23	3.02	3.08	14.55	2.99	3.88
-----	------	------	-------	------	------

d25	5.03	13.33	7.53	6.91	19.40
-----	------	-------	------	------	-------

[0117] 变焦透镜单元数据

[0118] 单元	第一表面	焦距
-----------	------	----

[0119] 1	1	83.29
----------	---	-------

[0120] 2	6	-10.01
----------	---	--------

[0121] 3	15	16.91
----------	----	-------

[0122] 4	22	-38.01
----------	----	--------

[0123] 5	24	32.00
----------	----	-------

[0124] 第二数值例

[0125] 单位 :mm

表面数据				
表面号	r	d	nd	vd
1	86.286	1.70	1.80610	33.3
2	45.396	4.70	1.49700	81.5
3	-19047.208	0.20		
4	46.654	3.50	1.60000	70.0
5	205.382	(可变)		
6	61.989	1.00	1.88300	40.8
7	7.982	5.30		
8	-27.164	0.70	1.83481	42.7
9	29.291	0.20		
10	18.288	2.20	1.94595	18.0
11	276.276	(可变)		
12 (光阑)	∞	(可变)		
[0126] 13*	11.279	3.00	1.58000	70.0
14*	-52.380	3.98		
15	19.936	0.70	1.84666	23.8
16	9.416	0.60		
17	13.863	2.50	1.48749	70.2
18	-21.251	0.30		
19	∞	(可变)		
20	-33.355	1.00	1.48749	70.2
21	18.727	(可变)		
22	18.342	1.90	1.48749	70.2
23	-72.728	(可变)		
24	∞	1.00	1.51633	64.1
25	∞			
像面	∞			

[0127] 非球面表面数据

[0128] 第 13 表面

[0129] $K = -1.66270e+000$ $A4 = 9.11616e-005$ $A6 = -3.61033e-007$

[0130] $A8 = 6.54955e-009$

[0131] 第 14 表面

[0132] $K = -4.66252e+001$ $A4 = 2.81498e-005$

[0133] 各种数据

[0134] 变焦比 41.24

焦距 4.36 10.78 180.00 5.59 35.49

F 数 2.54 3.59 5.74 2.81 4.00

视角 38.63 19.77 1.23 34.74 6.23

像高 3.49 3.88 3.88 3.88 3.88

透镜总长 94.37 85.60 134.09 87.29 114.56

BF 9.00 14.97 6.38 8.34 26.88

[0135] d 5 0.70 8.79 60.37 0.56 39.09

d11 33.86 17.46 1.50 28.97 3.91

d12 11.22 1.90 1.50 6.96 5.26

d19 1.72 3.00 6.49 2.77 1.56

d21 4.39 6.00 24.37 6.22 4.38

d23 7.34 13.31 4.72 6.68 25.22

[0136] 变焦透镜单元数据

[0137] 单元 第一表面 焦距

[0138] 1 1 80.88

[0139] 2 6 -9.14

[0140] 3 13 15.67

[0141] 4 20 -24.45

[0142] 5 22 30.25

[0143] 第三数值例

[0144] 单位 :mm

	表面数据 表面号	r	d	nd	vd
	1	114.094	1.30	1.80610	33.3
	2	40.231	3.60	1.49700	81.5
	3	-295.208	0.20		
	4	41.905	2.60	1.63854	55.4
	5	465.512	(可变)		
	6	215.060	1.00	1.88300	40.8
	7	7.924	3.60		
	8	-23.615	0.70	1.83481	42.7
	9	53.407	0.20		
	10	18.326	2.00	1.94595	18.0
	11	395.445	(可变)		
	12(光阑)	∞	(可变)		
[0145]	13*	9.181	3.00	1.58313	59.4
	14*	-123.511	2.16		
	15	22.719	0.70	1.84666	23.9
	16	9.079	0.80		
	17	27.197	2.00	1.48749	70.2
	18	-16.622	0.30		
	19	∞	(可变)		
	20	-33.467	1.00	1.48749	70.2
	21	86.922	(可变)		
	22	17.364	2.00	1.48749	70.2
	23	508.631	(可变)		
	24	∞	1.00	1.51633	64.1
	25	∞			
	像面	∞			

[0146] 非球面表面数据

[0147] 第 13 表面

[0148] $K = -1.70700\text{e}+000$ $A4 = 1.54740\text{e}-004$ $A6 = -2.14388\text{e}-007$

[0149] $A8 = 7.69038\text{e}-009$

[0150] 第 14 表面

[0151] $K = -1.09201e+001$ $A4 = 6.10142e-005$

[0152] 各种数据

[0153] 变焦比 19.4

[0154]

焦距	5.15	13.06	100.00	6.69	25.96
F 数	2.77	4.01	6.00	3.20	3.96
视角	34.10	16.53	2.22	30.09	8.49
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
透镜总长	80.45	79.98	114.62	76.76	96.68
BF	6.45	13.53	8.94	7.34	17.46
d5	0.70	11.30	44.83	2.28	26.44
d11	27.77	14.47	2.49	24.09	5.07
d12	8.80	1.97	1.50	4.95	6.15
d19	6.75	6.61	14.52	7.12	6.11
d21	2.81	4.92	15.18	3.83	8.29
d23	4.79	11.87	7.28	5.68	15.80

[0155] 变焦透镜单元数据

[0156] 单元 第一表面 焦距

[0157] 1 1 66.91

[0158] 2 6 -9.43

[0159] 3 13 16.63

[0160] 4 20 -49.43

[0161] 5 22 36.83

[0162] 第四数值例

[0163] 单位 :mm

表面数据					
表面号	r	d	nd	vd	
1	92.663	1.70	1.80610	33.3	
2	44.307	5.30	1.49700	81.5	
3	-613.980	0.20			
4	45.199	4.00	1.60311	60.6	
5	211.633	(可变)			
6	38.681	1.00	1.88300	40.8	
7	9.600	2.80			
8	31.721	0.80	1.88300	40.8	
9	9.518	3.20			
[0164]	10	-34.586	0.70	1.88300	40.8
	11	434.240	0.20		
	12	18.107	2.00	1.94595	18.0
	13	122.065	(可变)		
	14 (光阑)	∞	(可变)		
	15*	10.468	3.00	1.58313	59.4
	16*	-38.643	3.95		
	17	39.846	0.70	1.84666	23.9
	18	9.348	0.60		
	19	18.711	2.00	1.48749	70.2
	20	-21.472	0.30		
	21	∞	(可变)		
	22	-13.247	1.00	1.48749	70.2
	23	-22.600	(可变)		
	24	26.314	2.00	1.48749	70.2
[0165]	25	-26.032	(可变)		
	26	∞	1.00	1.51633	64.1
	27	∞			
	像面	∞			

[0166] 非球面表面数据

[0167] 第 15 平面

[0168] $K = -5.90255e-001$ $A4 = -5.37746e-005$ $A6 = -5.67193e-007$

[0169] $A8 = 1.40988e-008$

[0170] 第 16 表面

[0171] $K = -1.03304e+001$ $A4 = -1.48888e-005$

[0172] 各种数据

[0173] 变焦比 28.48

[0174]	焦距	4.41	8.10	125.60	4.91	17.98
	F 数	2.87	3.36	5.91	2.95	3.91
	视角	39.38	25.57	1.77	38.25	12.16
	像高	3.62	3.88	3.88	3.88	3.88
	透镜总长	88.02	81.87	132.58	81.33	104.16
	BF	10.00	14.00	11.33	11.21	16.57
	d5	0.70	6.29	55.29	-0.85	27.80
	d13	28.88	14.44	1.47	24.29	6.35
	d14	8.13	5.35	1.47	6.85	6.54
	d21	1.51	2.40	13.82	1.70	3.53
	d23	3.35	3.95	13.75	2.69	7.91
	d25	8.34	12.34	9.67	9.55	14.91

[0175] 变焦透镜单元数据

[0176] 单元 第一表面 焦距

[0177] 1 1 76.77

[0178] 2 6 -8.78

[0179] 3 15 18.00

[0180] 4 22 -68.04

[0181] 5 24 27.18

[0182] 第五数值例

[0183] 单位 :mm

	表面数据				
	表面号	r	d	nd	vd
[0184]	1	124.971	1.60	1.80610	33.3
	2	46.299	4.80	1.49700	81.5
	3	-362.872	0.20		
	4	47.297	3.70	1.63854	55.4
	5	315.816	(可变)		
	6	82.996	1.00	1.88300	40.8
	7	8.082	4.20		
	8	-22.909	0.70	1.83481	42.7
	9	52.841	0.20		
	10	19.730	2.00	1.94595	18.0
	11	689.144	(可变)		
	12 (光阑)	∞	(可变)		
	13*	9.995	3.00	1.58313	59.4
	14*	-65.864	2.96		
	15	23.488	0.70	1.84666	23.9
	16	9.058	0.80		
	17	20.907	2.00	1.48749	70.2
	18	-22.252	0.30		
	19	∞	(可变)		
	20	-20.003	1.00	1.48749	70.2
	21	-126.687	(可变)		
	22	22.124	2.00	1.48749	70.2
	23	-69.297	(可变)		
	24	∞	1.00	1.51633	64.1
	25	∞			
	像面	∞			

[0186] 非球面表面数据

[0187] 第 13 表面

[0188] $K = -1.47174e+000$ $A4 = 7.53830e-005$ $A6 = 3.99057e-008$

[0189] $A8 = -1.91817e-009$

[0190] 第 14 表面

[0191] $K = 5.37662e+000$ $A4 = 2.13359e-005$

[0192] 各种数据

[0193] 变焦比 28.69

[0194]	焦距	5.12	12.25	146.99	6.46	26.13
	F 数	2.87	3.81	5.27	3.20	3.95
	视角	34.24	17.56	1.51	30.94	8.43
	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
	透镜总长	90.74	89.80	129.73	86.64	108.25
	BF	8.77	16.05	11.24	9.73	22.25
	d5	0.70	14.03	59.02	2.59	33.79
	d11	33.16	17.52	1.48	28.54	7.22
	d12	8.25	1.98	1.48	4.96	5.22
	d19	2.84	3.26	8.38	3.52	1.90
	d21	5.87	5.81	16.97	6.13	6.70
	d23	7.11	14.39	9.58	8.08	20.59

[0195] 变焦透镜单元数据

[0196]	单元	第一表面	焦距
[0197]	1	1	79.00
[0198]	2	6	-9.73
[0199]	3	13	17.53
[0200]	4	20	-48.88
[0201]	5	22	34.65

[0202] 第六数值例

[0203] 单位 :mm

表面数据					
表面号		r	d	nd	vd
[0204]	1	113.130	1.70	1.80610	33.3
	2	49.168	5.30	1.49700	81.5
	3	-306.751	0.20		

	4	47.423	4.00	1.60311	60.6
	5	244.092	(可变)		
	6	125.918	1.00	1.88300	40.8
	7	9.205	2.90		
	8	28.888	0.80	1.74950	35.3
	9	15.498	2.50		
	10	-45.767	0.70	1.88300	40.8
	11	60.350	0.20		
	12	18.906	2.00	1.94595	18.0
	13	150.721	(可变)		
	14 (光阑)	∞	(可变)		
[0205]	15*	9.059	3.00	1.58313	59.4
	16*	-36.715	2.71		
	17	27.438	0.70	1.84666	23.9
	18	8.346	0.70		
	19	50.721	2.00	1.48749	70.2
	20	-30.612	0.30		
	21	∞	(可变)		
	22	17.152	2.00	1.48749	70.2
	23	-3143.213	(可变)		
	24	∞	1.00	1.51633	64.1
	25	∞			
	像面	∞			

[0206] 非球面表面数据

[0207] 第 15 表面

[0208] $K = -7.67825e-001$ $A4 = -4.72209e-005$ $A6 = -1.75704e-007$

[0209] $A8 = -2.90762e-009$

[0210] 第 16 表面

[0211] $K = 1.07345e+001$ $A4 = 4.03793e-005$

[0212] 各种数据

[0213] 变焦比 28.59

[0214]

焦距	4.40	12.45	125.80	5.60	30.51
F 数	2.87	3.72	5.29	3.08	4.43
视角	38.40	17.29	1.76	34.67	7.24
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
透镜总长	90.05	86.63	129.66	84.63	106.85
BF	10.09	16.78	10.10	11.33	21.12
d5	0.70	15.90	57.40	2.65	36.95
d13	37.50	14.14	1.77	29.97	4.26
d14	4.67	2.03	1.49	3.26	4.42
d21	4.39	5.08	26.19	4.71	7.38
d23	8.43	15.12	8.44	9.67	19.46

[0215] 变焦透镜单元数据

[0216] 单元 第一表面 焦距

[0217] 1 1 78.62

[0218] 2 6 -10.01

[0219] 3 15 20.14

[0220] 4 22 35.00

[0221] 第七数值例

[0222] 单位 :mm

表面数据				
表面号	r	d	nd	vd
1	109.870	1.70	1.80610	33.3
2	47.383	5.30	1.49700	81.5
3	-431.126	0.20		
4	48.175	3.30	1.60311	60.6
5	347.980	(可变)		
6	89.863	1.00	1.88300	40.8
[0223] 7	8.674	5.40		
8	-41.171	0.70	1.88300	40.8
9	29.535	0.20		
10	17.572	2.20	1.94595	18.0
11	116.349	(可变)		
12(光阑)	∞	(可变)		
13*	9.006	3.00	1.58313	59.4
14*	-36.040	2.02		
15	22.063	0.70	1.84666	23.9
16	8.394	0.70		
17	83.073	2.00	1.48749	70.2
18	-27.942	0.30		
19	∞	(可变)		
20	18.534	2.00	1.48749	70.2
21	36.405	(可变)		
22	14.990	1.00	1.48749	70.2
23	21.174	(可变)		
24	∞	1.00	1.51633	64.1
25	∞			
像面	∞			

[0224] 非球面表面数据

[0225] 第 13 表面

[0226] $K = -7.74474e-001$ $A4 = -2.49188e-005$ $A6 = -1.48696e-007$

[0227] $A8 = 3.86239e-009$

[0228] 第 14 表面

[0229] $K = 1.07707e+001$ $A4 = 7.88392e-005$

[0230] 各种数据

[0231] 变焦比 28.69

[0232]	焦距	4.39	13.75	125.92	5.74	35.84
	F 数	2.75	3.75	6.00	2.96	4.63
	视角	38.47	15.74	1.76	34.04	6.17
	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
	透镜总长	92.41	88.92	130.00	87.07	108.44
	BF	3.43	3.43	3.43	3.43	3.43
	d5	0.70	16.48	55.87	2.94	36.93
	d11	35.30	11.51	1.93	27.50	2.50
	d12	9.92	5.81	1.49	8.23	6.55
	d19	5.84	5.22	32.13	6.70	4.70
	d21	5.50	14.75	3.42	6.55	22.60
	d23	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
	变焦透镜单元数据					

[0233]	单元	第一表面	焦距
[0234]	1	1	78.58
[0235]	2	6	-10.17
[0236]	3	13	19.10
[0237]	4	20	74.71
[0238]	5	22	99.99
[0239]	表 1		
[0240]			
[0241]			

	例 1	例 2	例 3	例 4	例 5	例 6	例 7
(1) $1.4 < (M2 \times M3) / (f2 \times f3) < 10.0$	2.693	3.085	1.436	1.526	2.166	1.849	2.191
(2) $1.5 < M1/M3 < 5.0$	1.870	1.794	1.510	1.854	2.039	1.816	1.552
(3) $-0.12 < f2/f1 < -0.01$	-0.080	-0.051	-0.094	-0.070	-0.066	-0.080	-0.081
(4) $0.01 < f3/f1 < 0.27$	0.203	0.194	0.249	0.234	0.222	0.256	0.243
(5) $0.01 < T_{dw}/f1 < 1.0$	0.760	0.526	0.808	0.704	0.620	0.719	0.737
(6) $-10.0 < M1/M2 < -1.4$	-1.489	-1.990	-3.433	-4.442	-2.017	-2.317	-2.138
(7) $10.0 < f1/fw < 50.0$	18.958	18.532	12.988	17.405	15.417	17.866	17.905
(8) $0.01 < f3/f1 < 0.25$	0.134	0.087	0.166	0.143	0.119	0.160	0.152
(9) $0.3 < M1 \times M3 / (f1 \times f3) < 5.0$	0.482	0.693	0.695	0.775	0.538	0.546	0.606
(10) $5.0 < \beta 2t / \beta 2w < 25.0$	8.138	10.516	5.360	8.534	9.779	9.352	7.460
(11) $-15.0 < f1/f2 < -7.0$	-8.323	-8.854	-7.093	-8.747	-8.116	-7.852	-7.728

[0242] 接下来,将参照图 15 描述使用根据所述实施例中的任何一个的变焦透镜作为成

像光学系统的数字静止照相机的例子。

[0243] 参照图 15, 数字静止照相机包括: 照相机主体 20、由第一到第七实施例中的任一个的变焦透镜形成的成像光学系统 21、被并入照相机主体 20 中以便接收由成像光学系统 21 形成的物体图像的诸如 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、用于记录关于被固态图像拾取元件 22 进行光电转换的物体图像的信息的存储器 23 以及由液晶显示面板等形成的取景器 24。通过取景器 24 查看在固态图像拾取元件上形成的物体图像。通过将本发明的变焦透镜如此应用于诸如数字静止照相机的图像拾取装置, 图像拾取装置可具有紧凑的尺寸和高的光学性能。

[0244] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明, 但应理解, 本发明并不受限于所公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围将被赋予最宽泛的解释, 从而包括所有这样的修改以及等同的结构和功能。

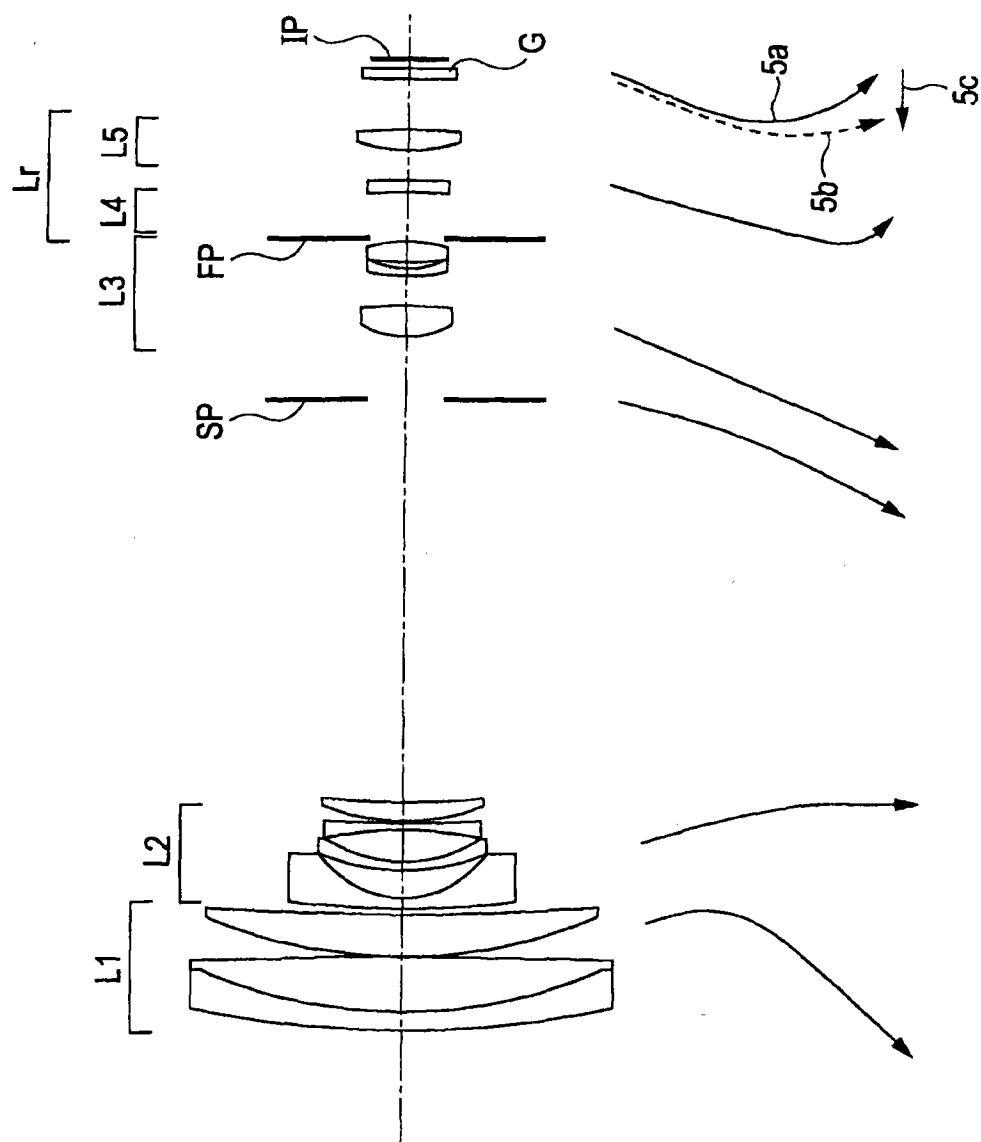


图 1

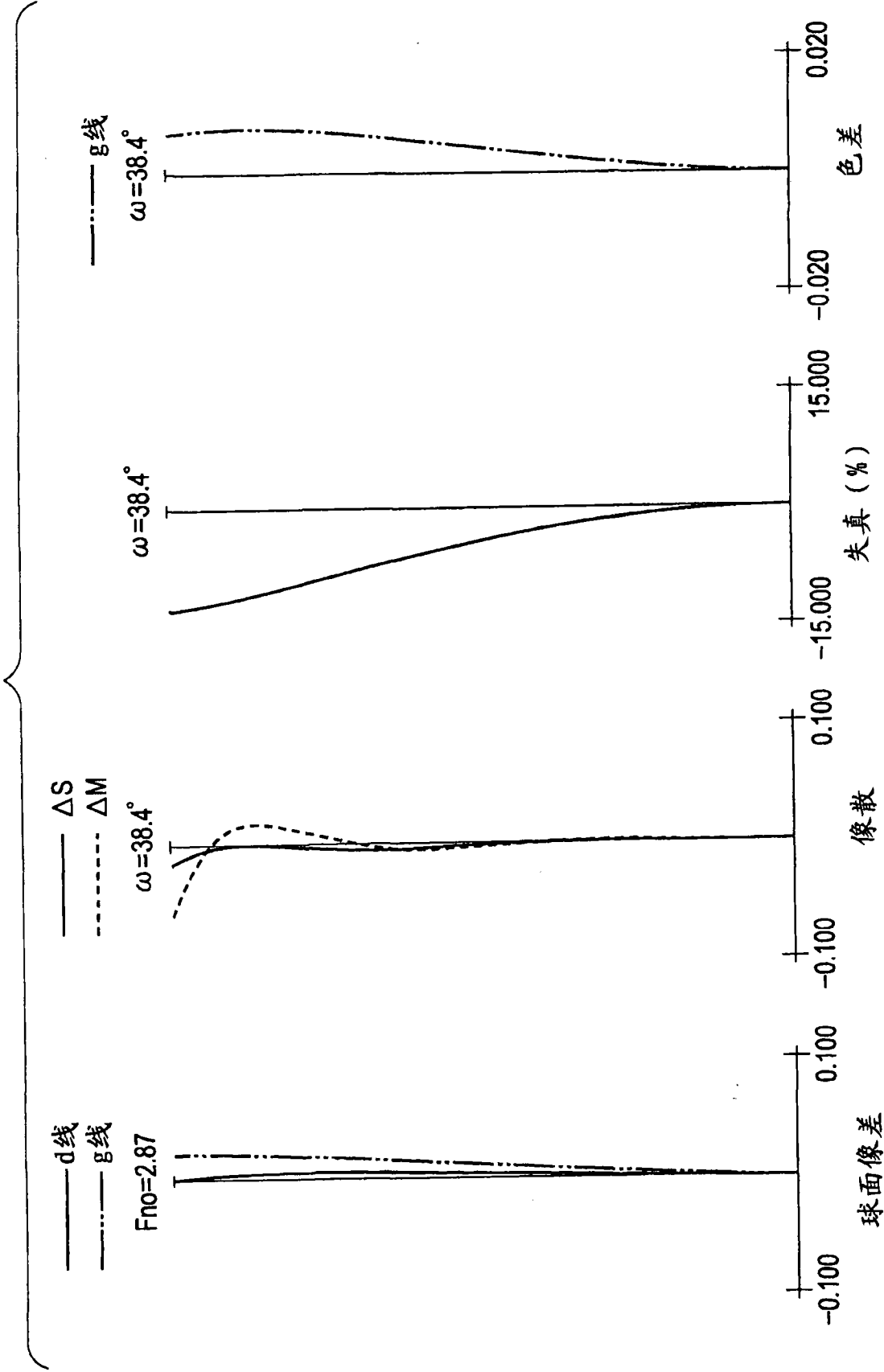


图 2A

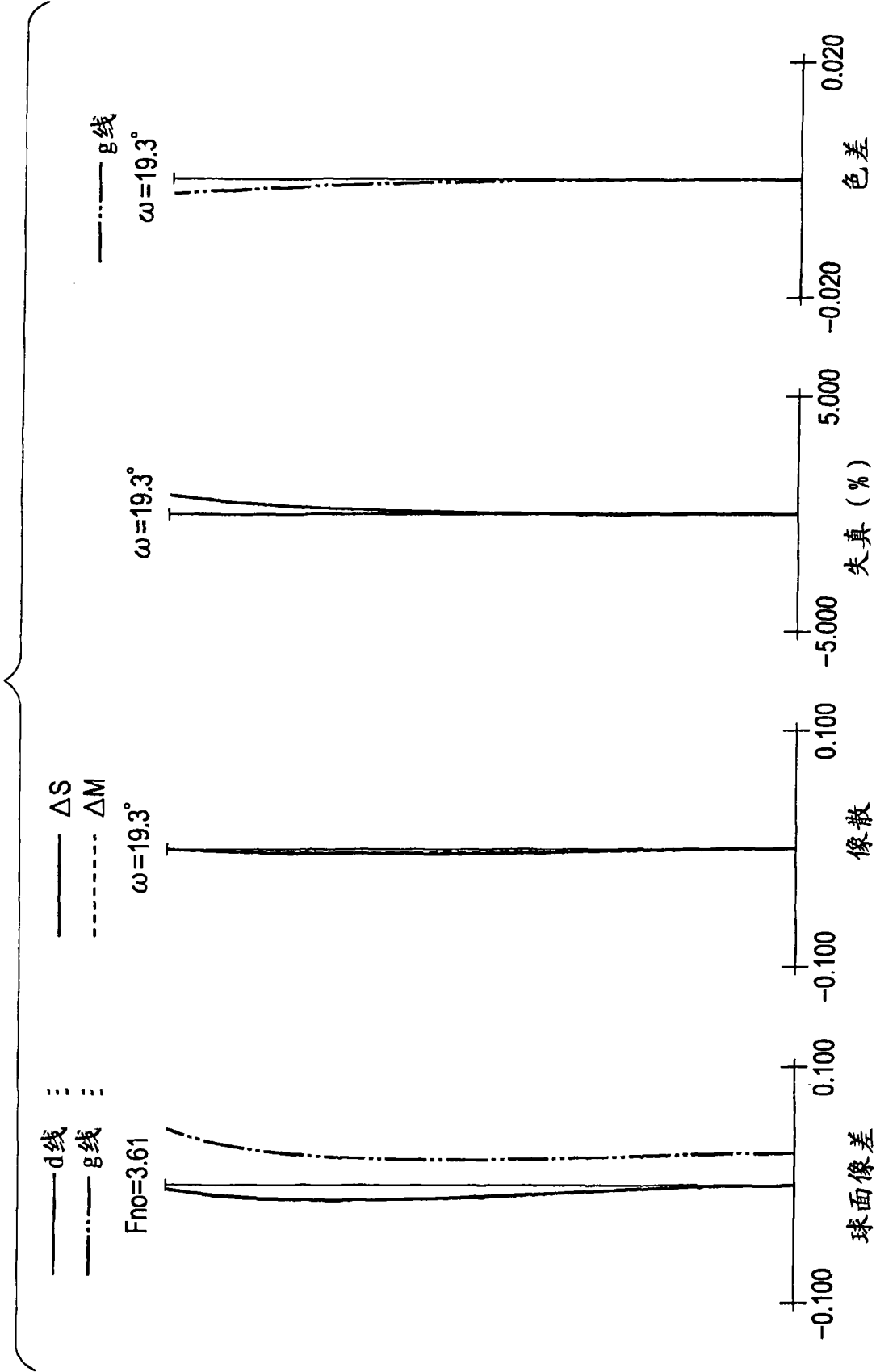


图 2B

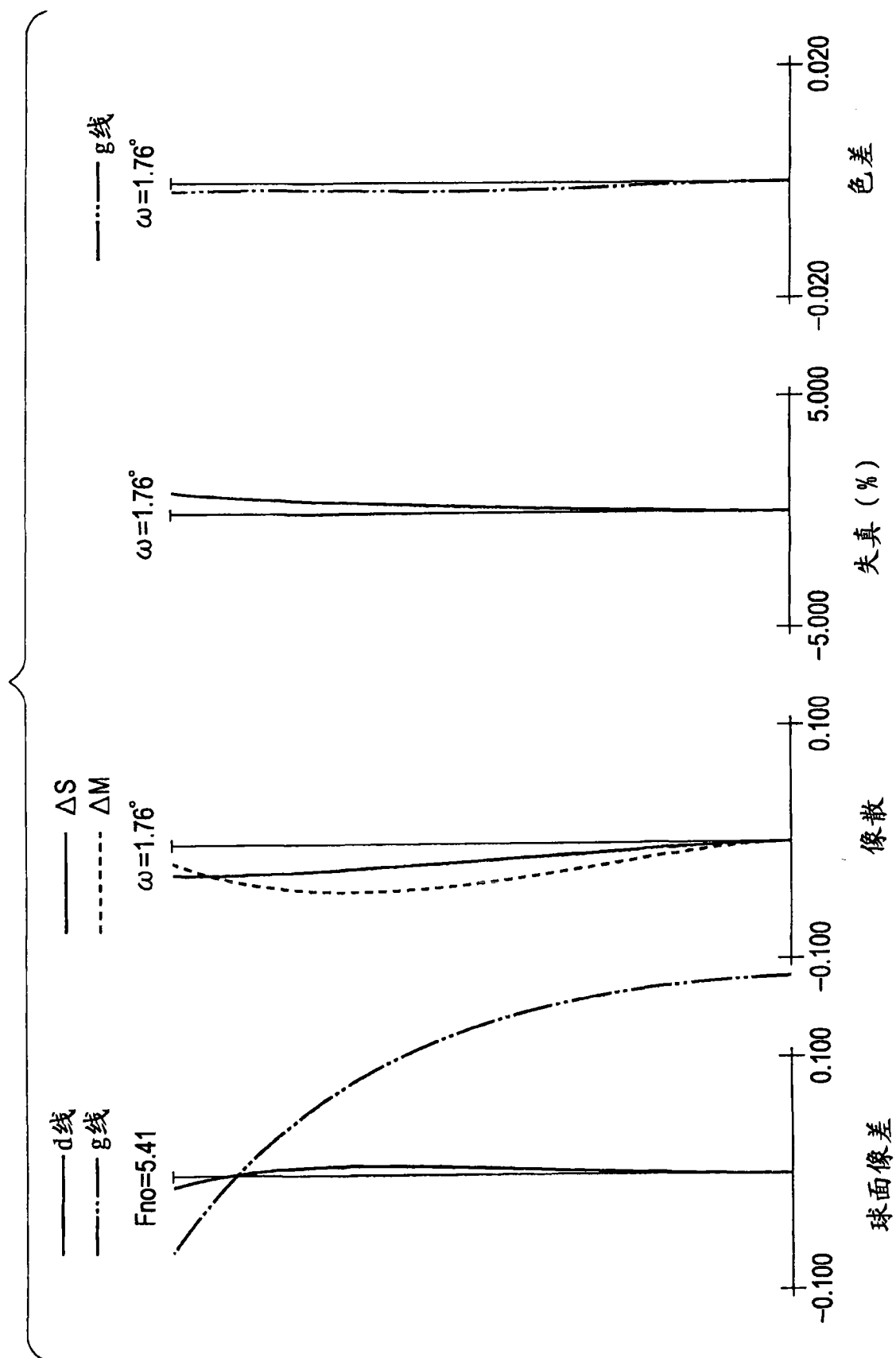


图 2C

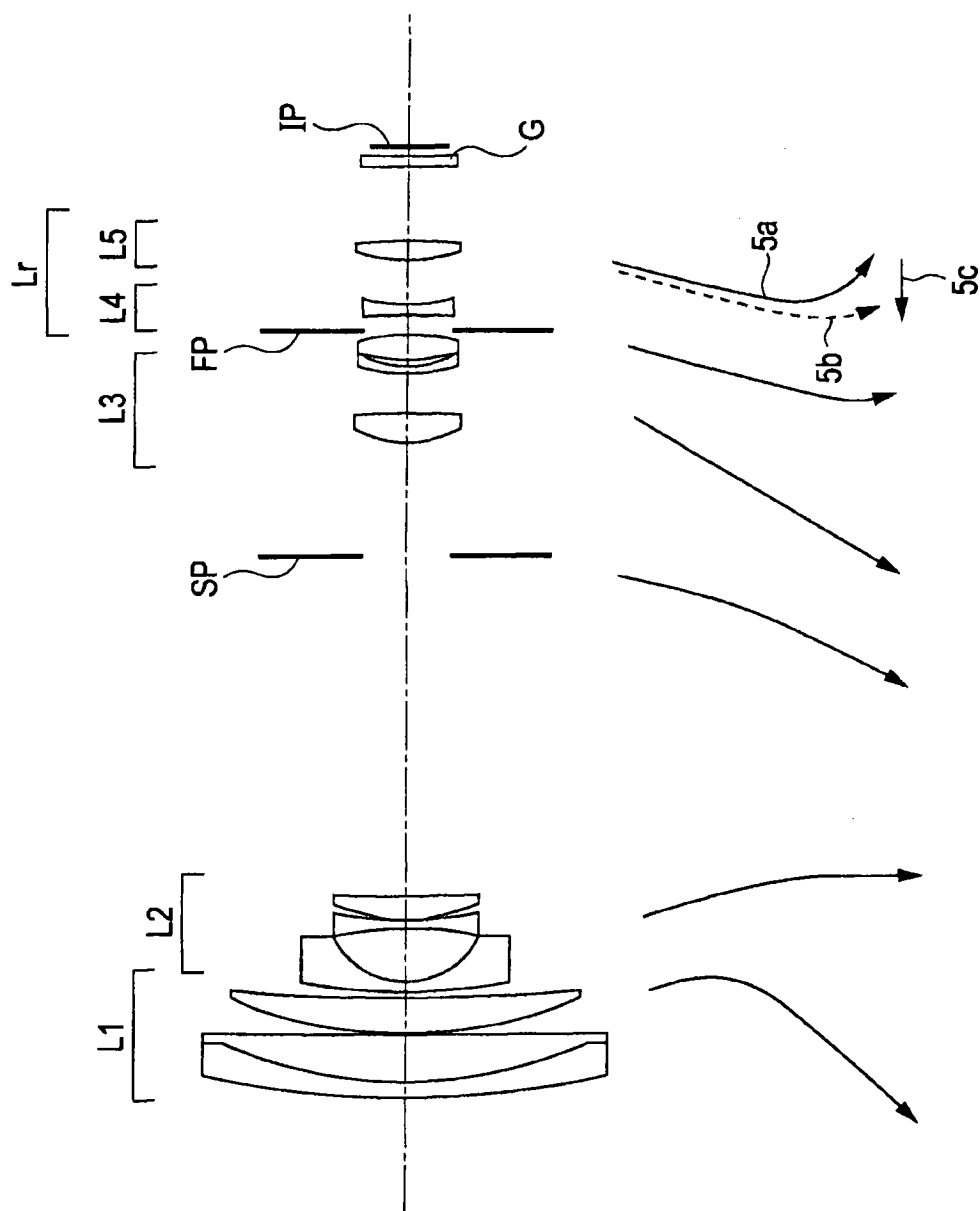


图 3

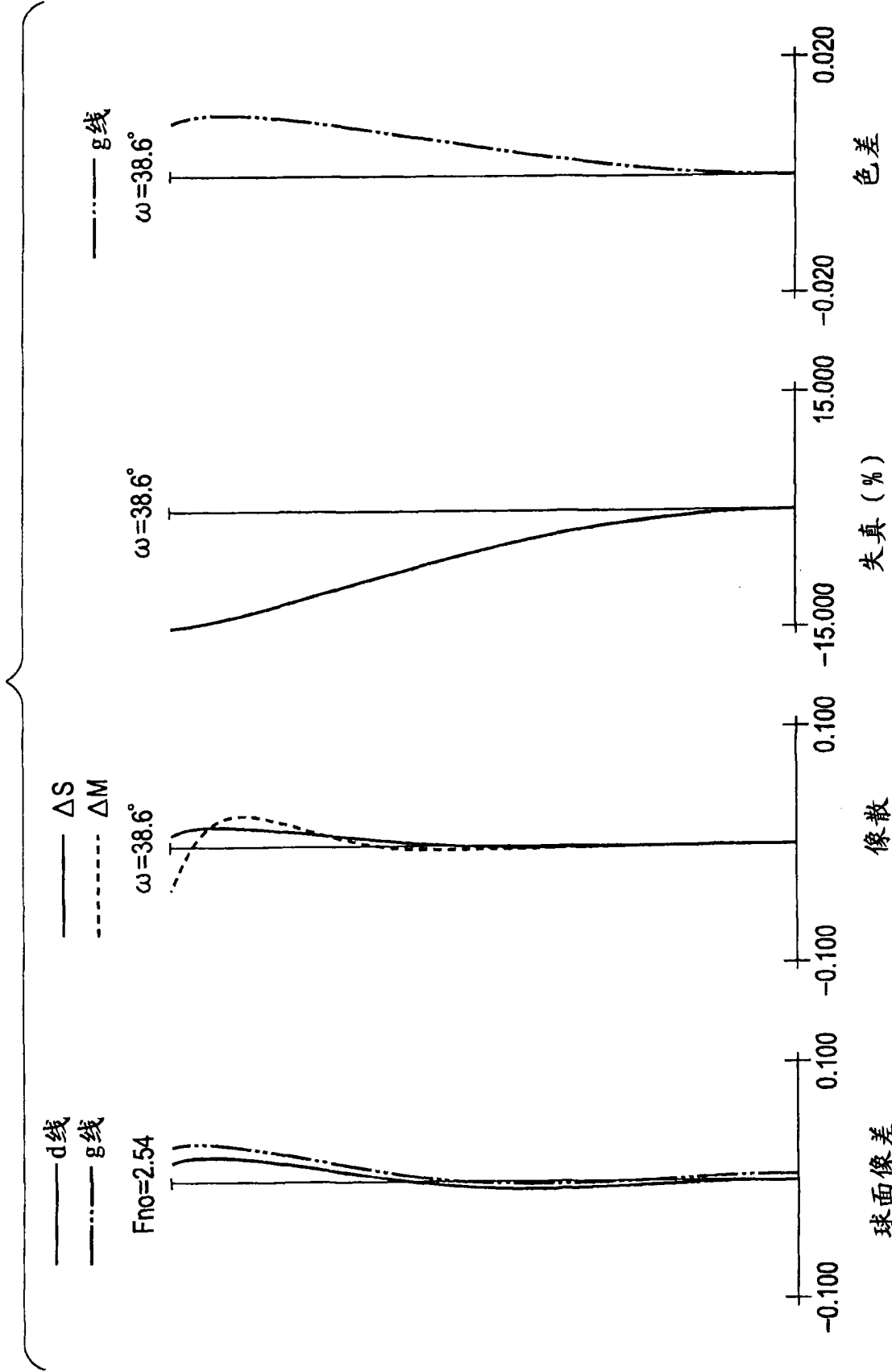


图 4A

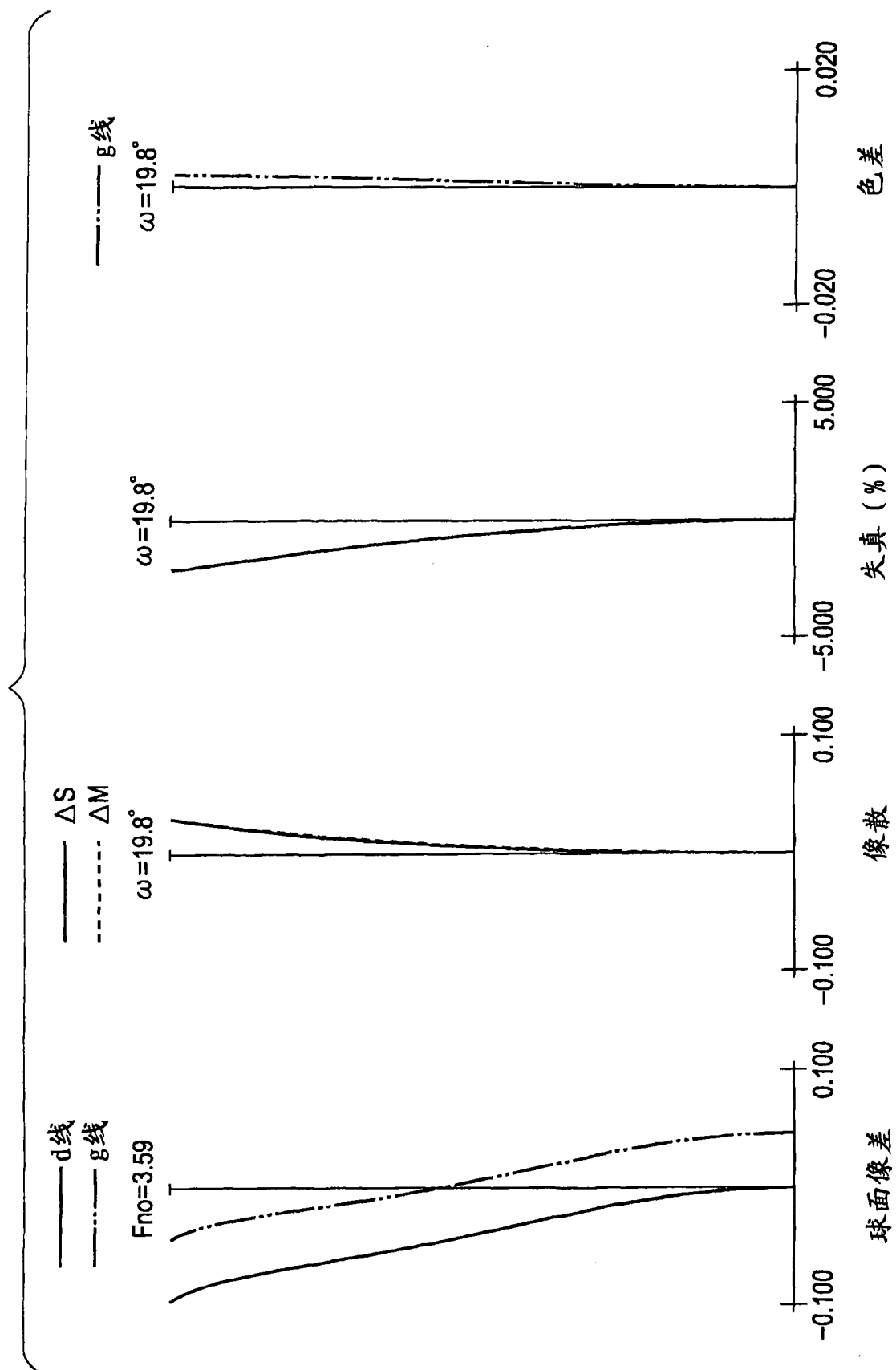


图 4B

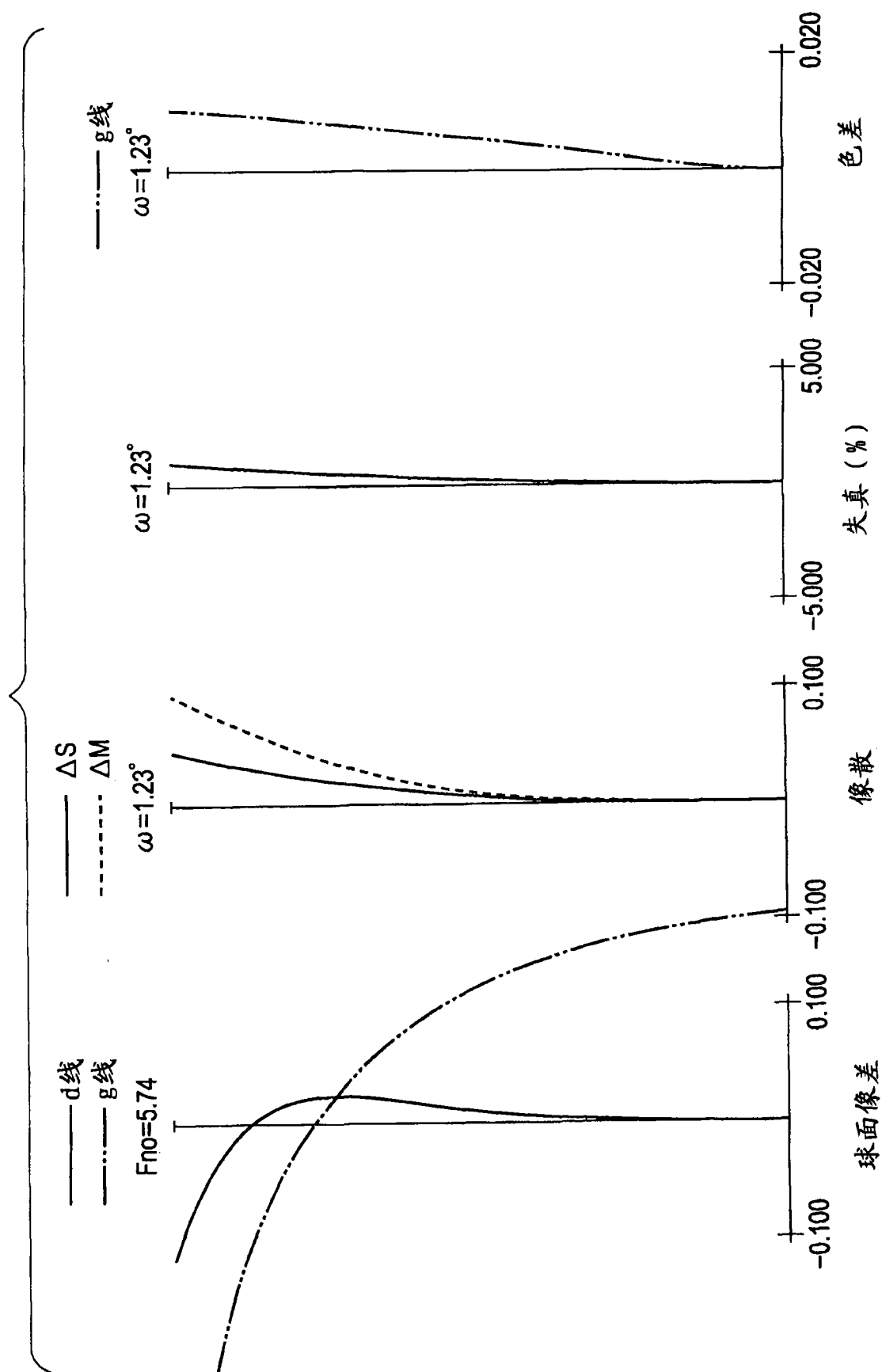


图 4C

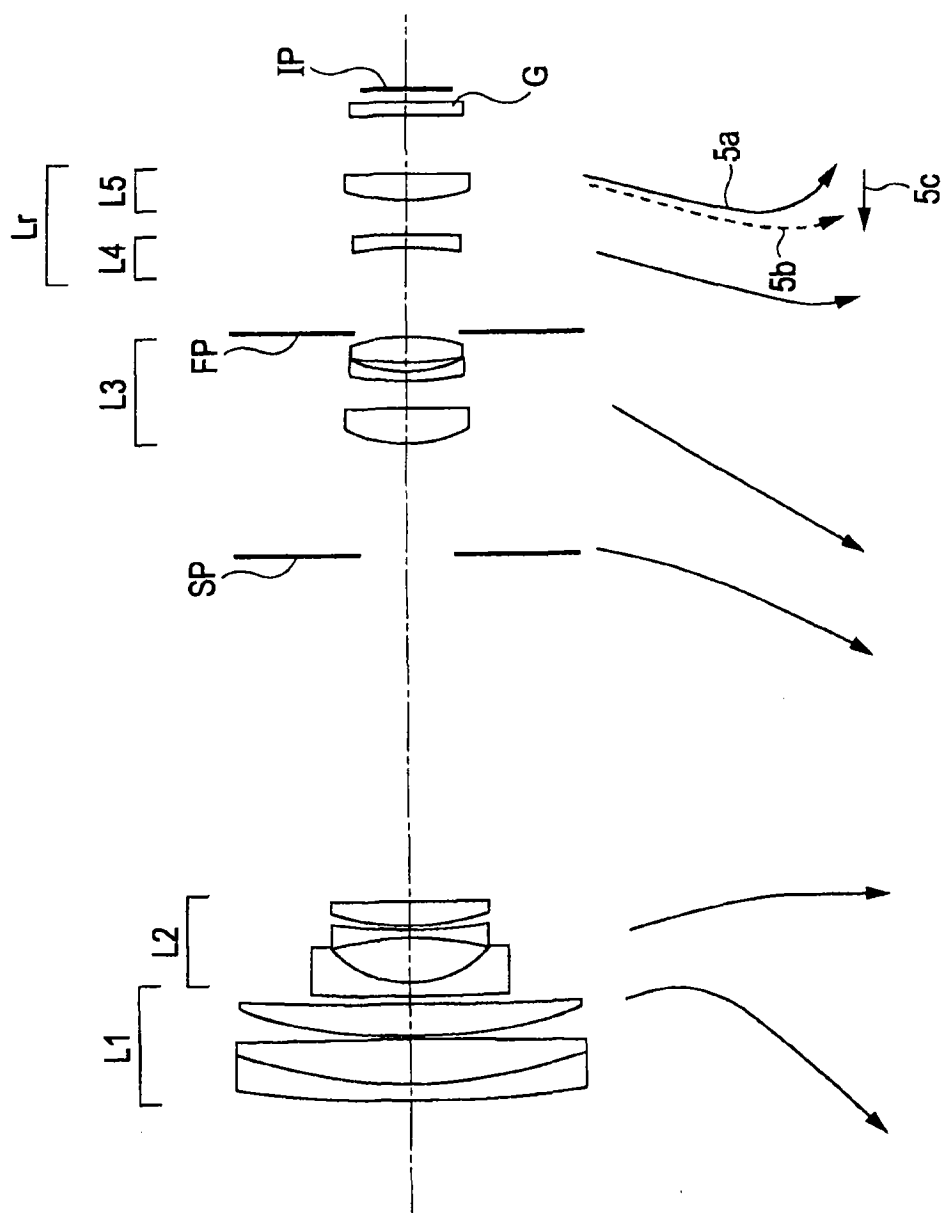


图 5

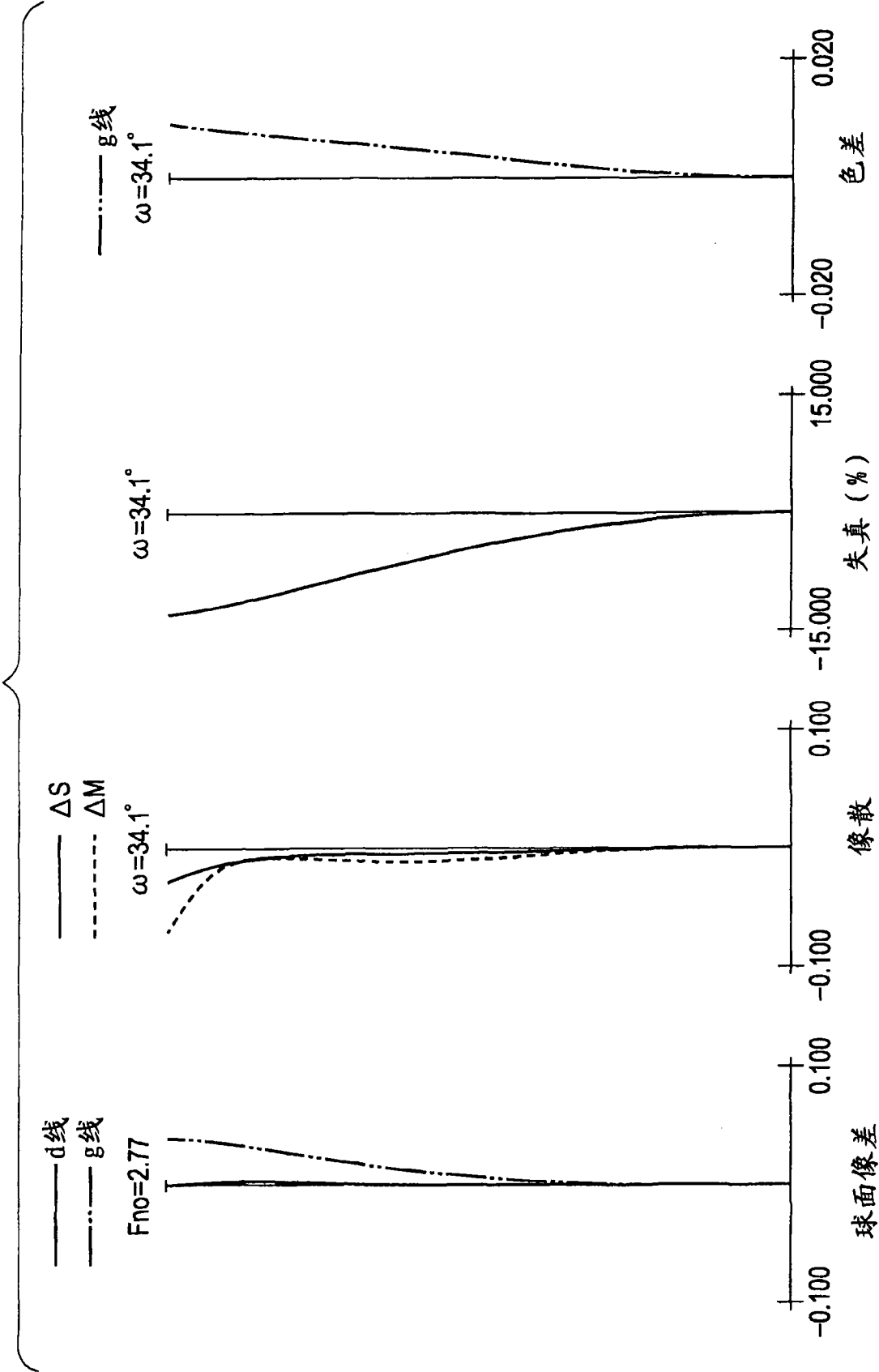


图 6A

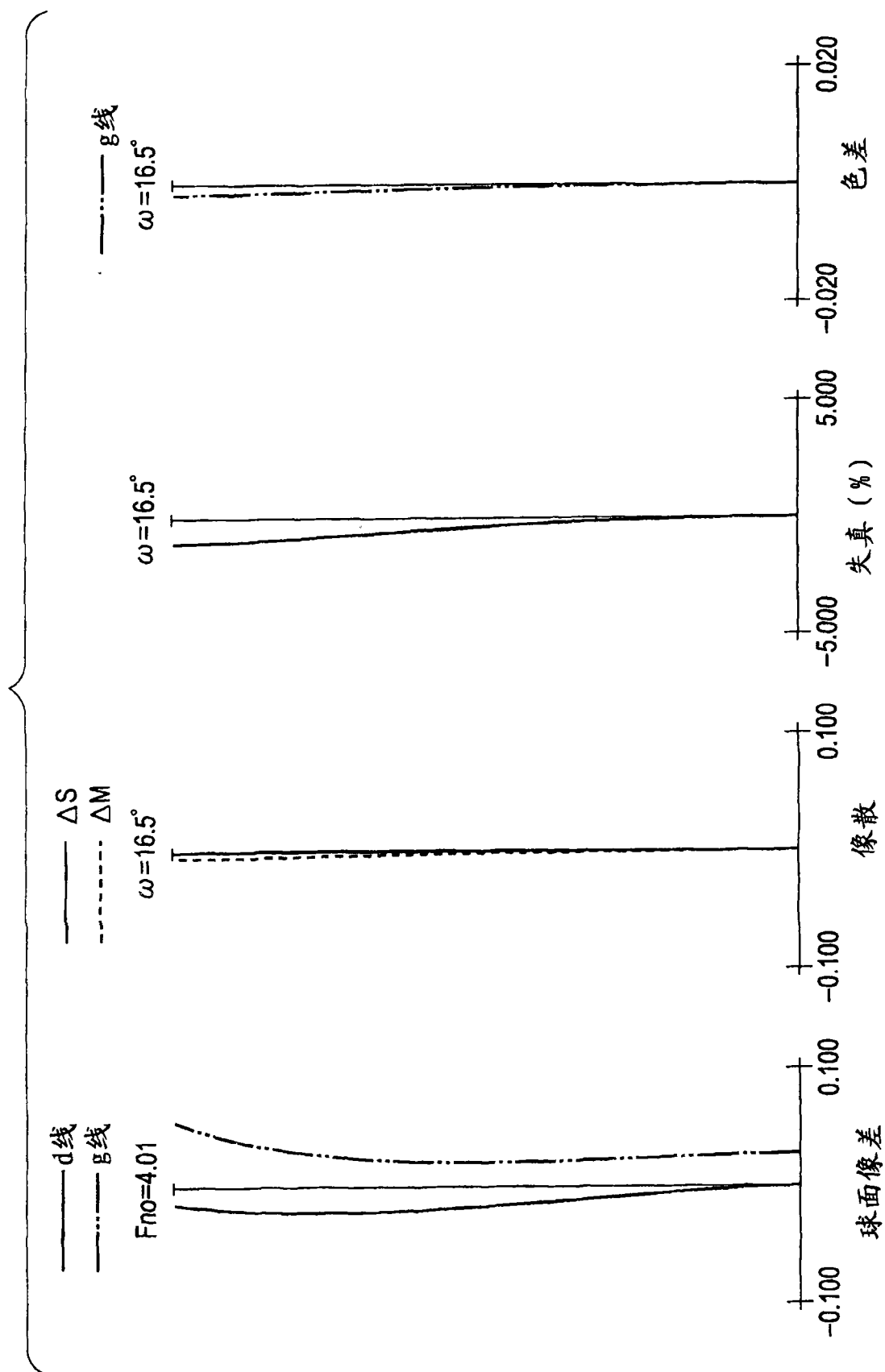


图 6B

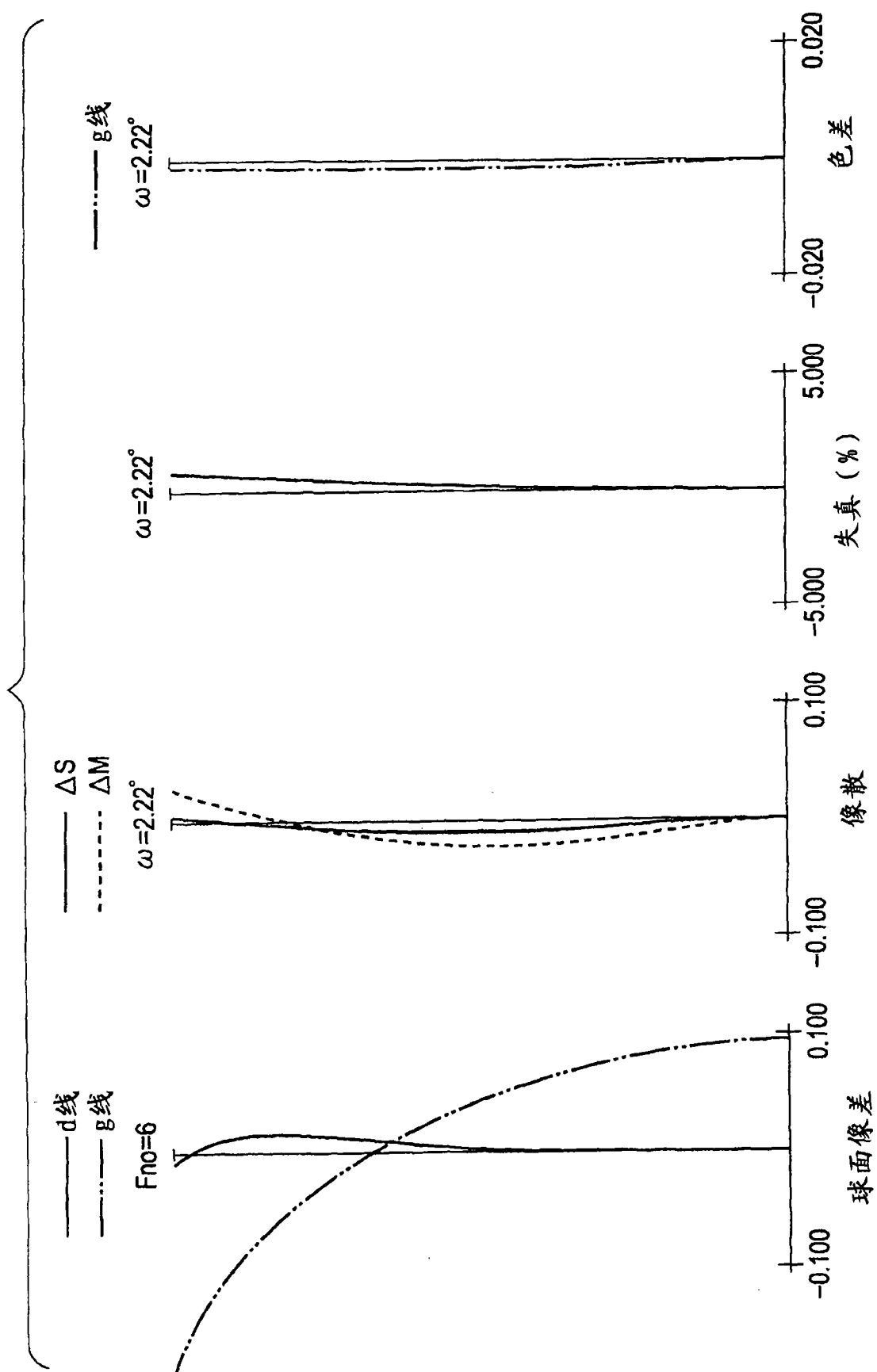


图 6C

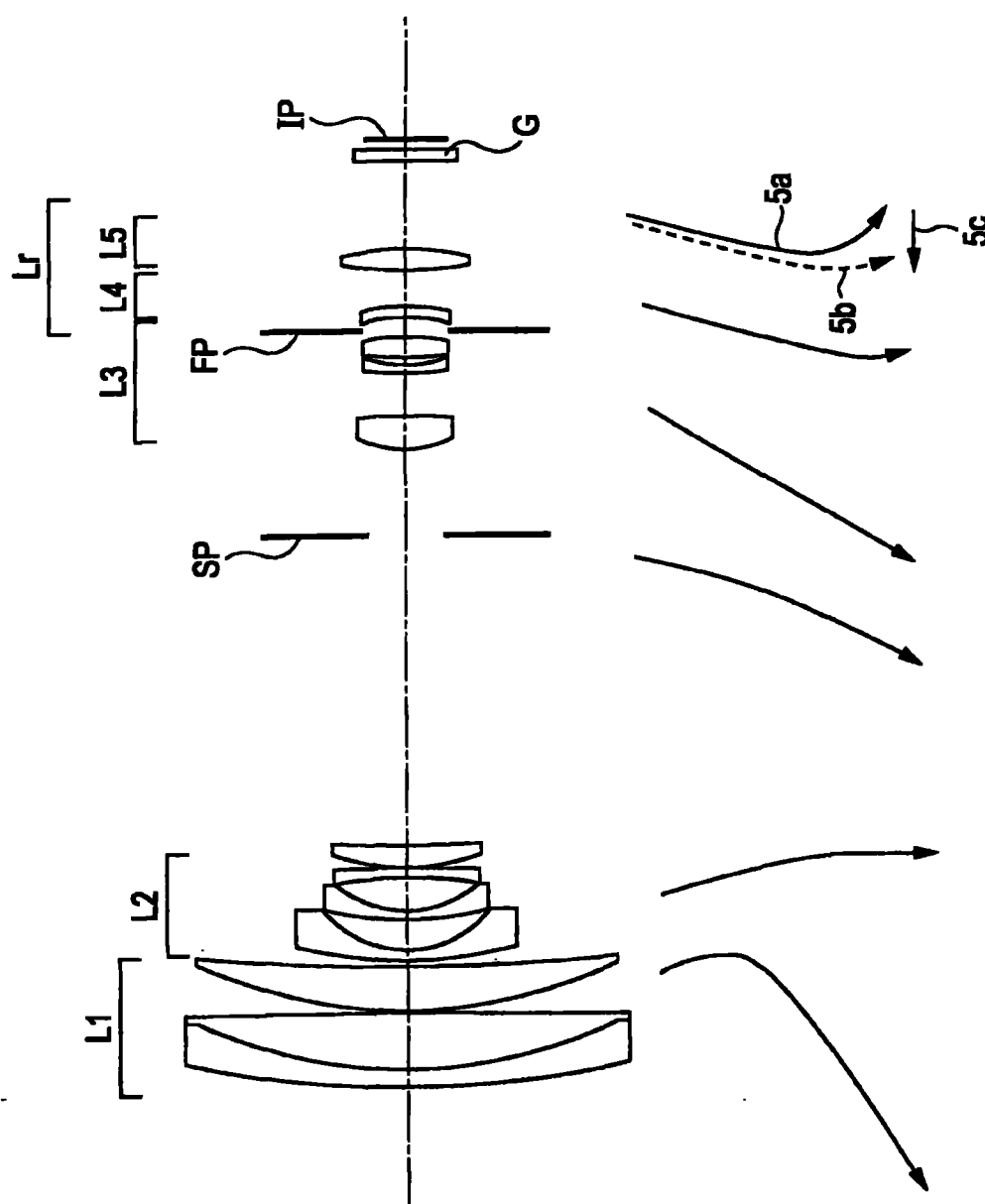


图 7

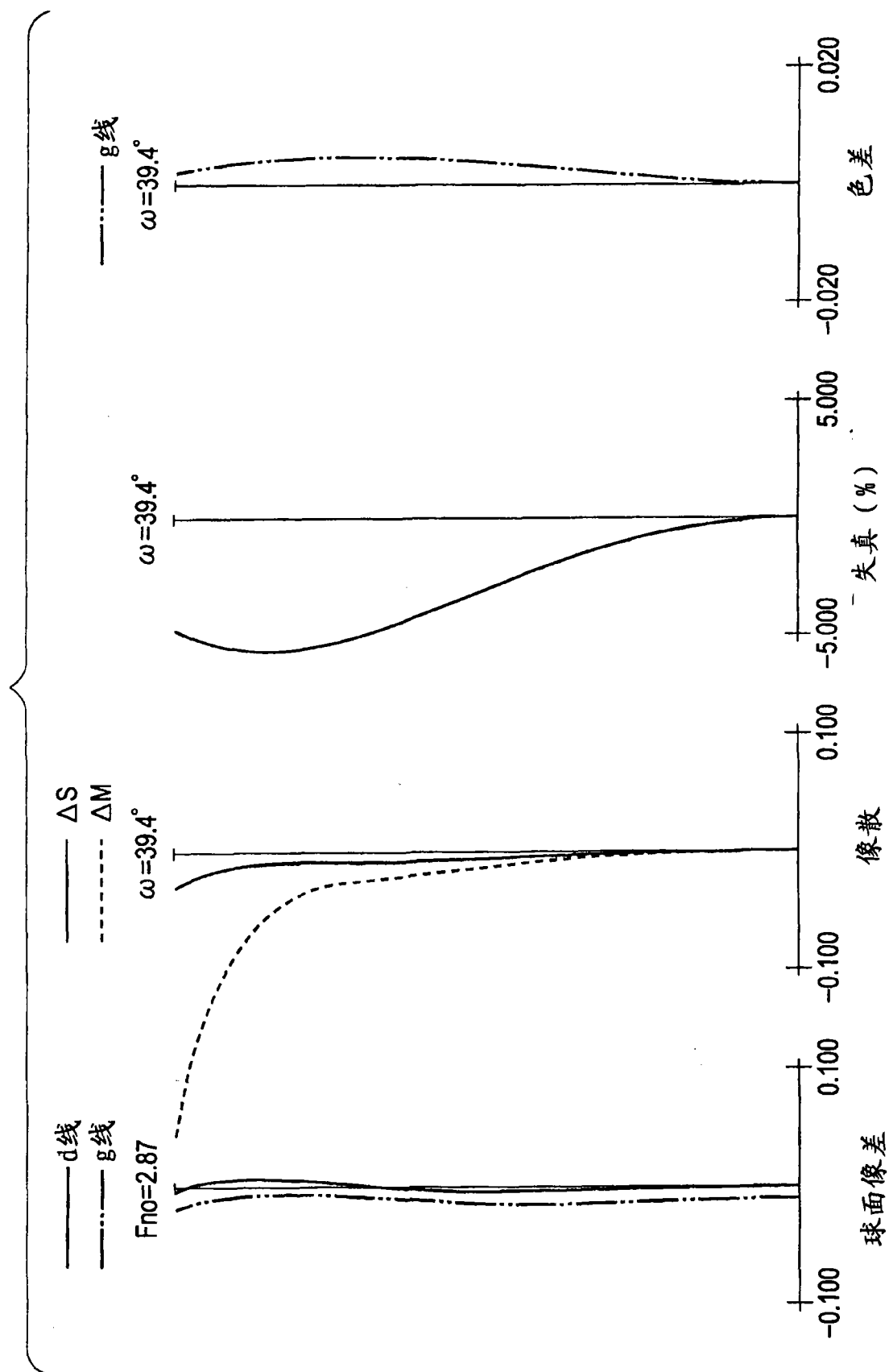


图 8A

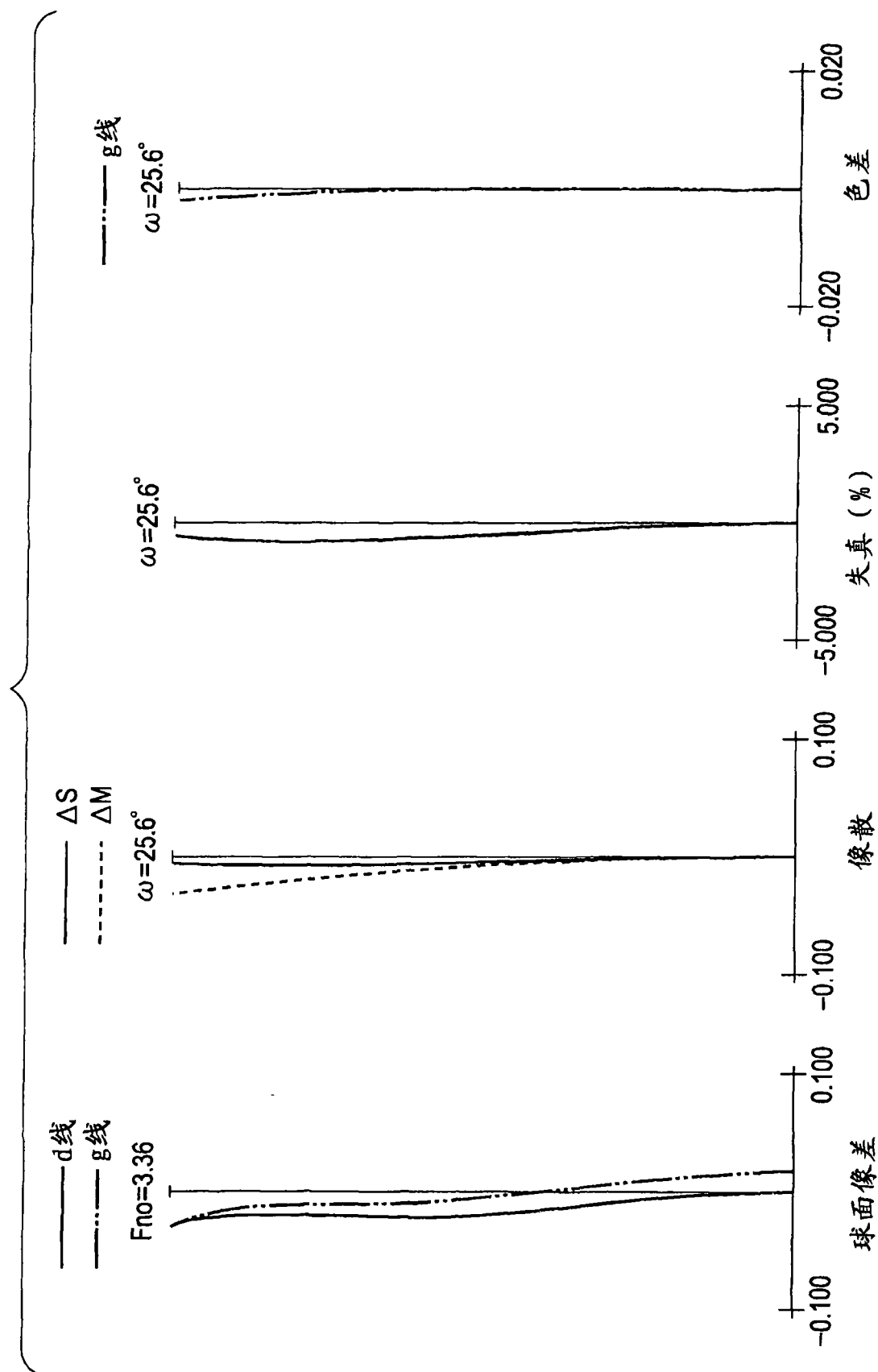


图 8B

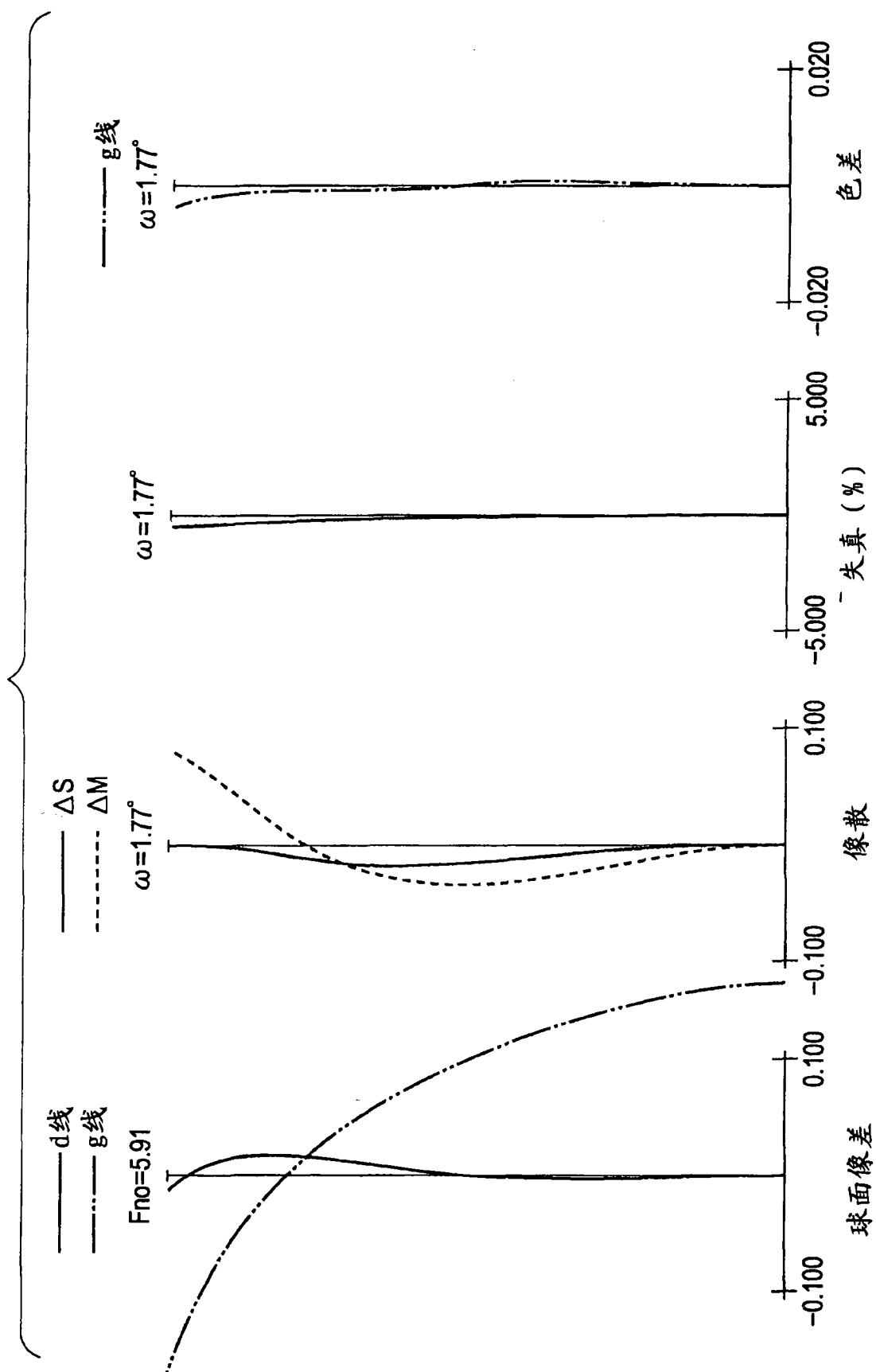


图 8C

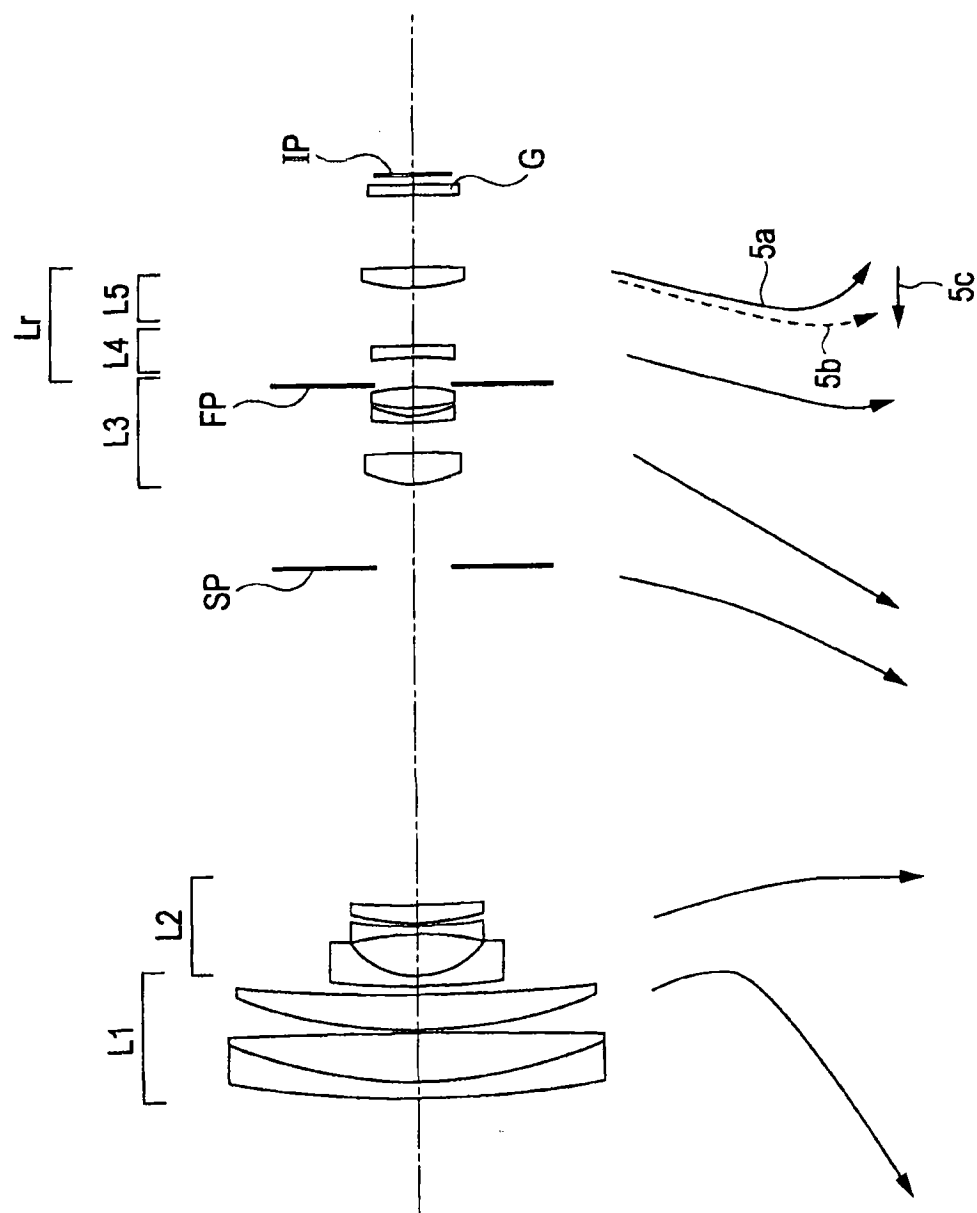


图 9

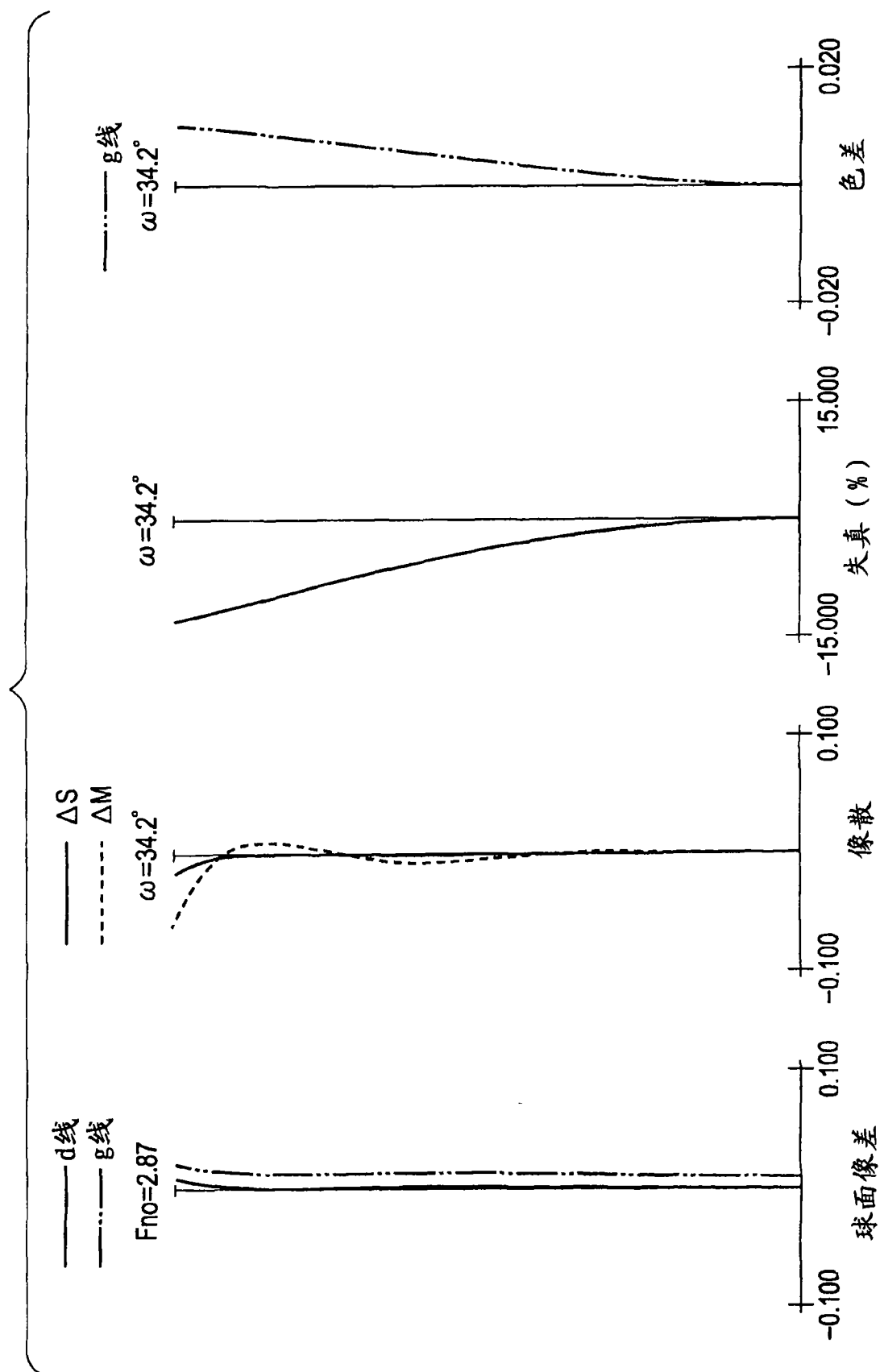


图 10A

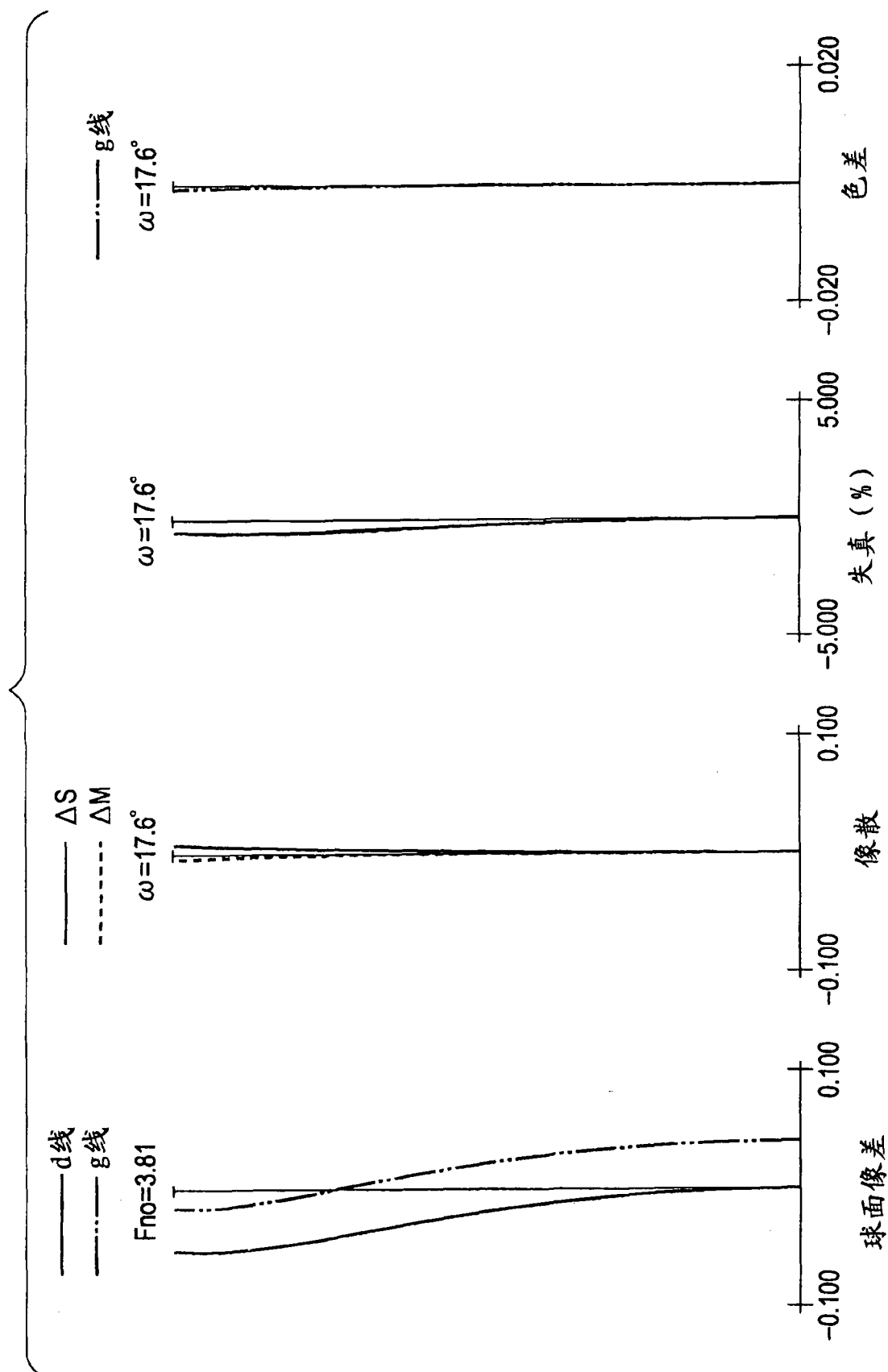


图 10B

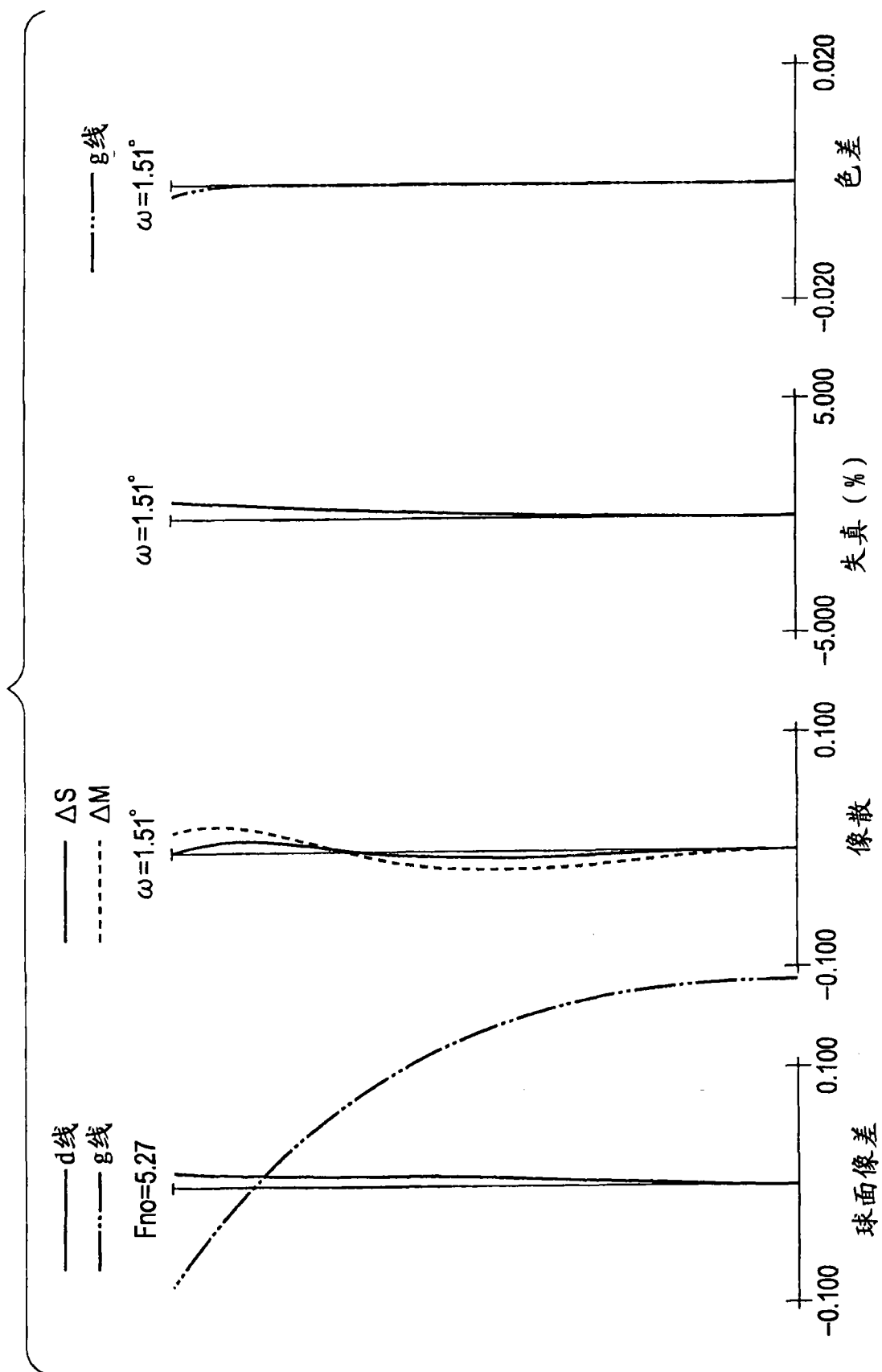


图 10C

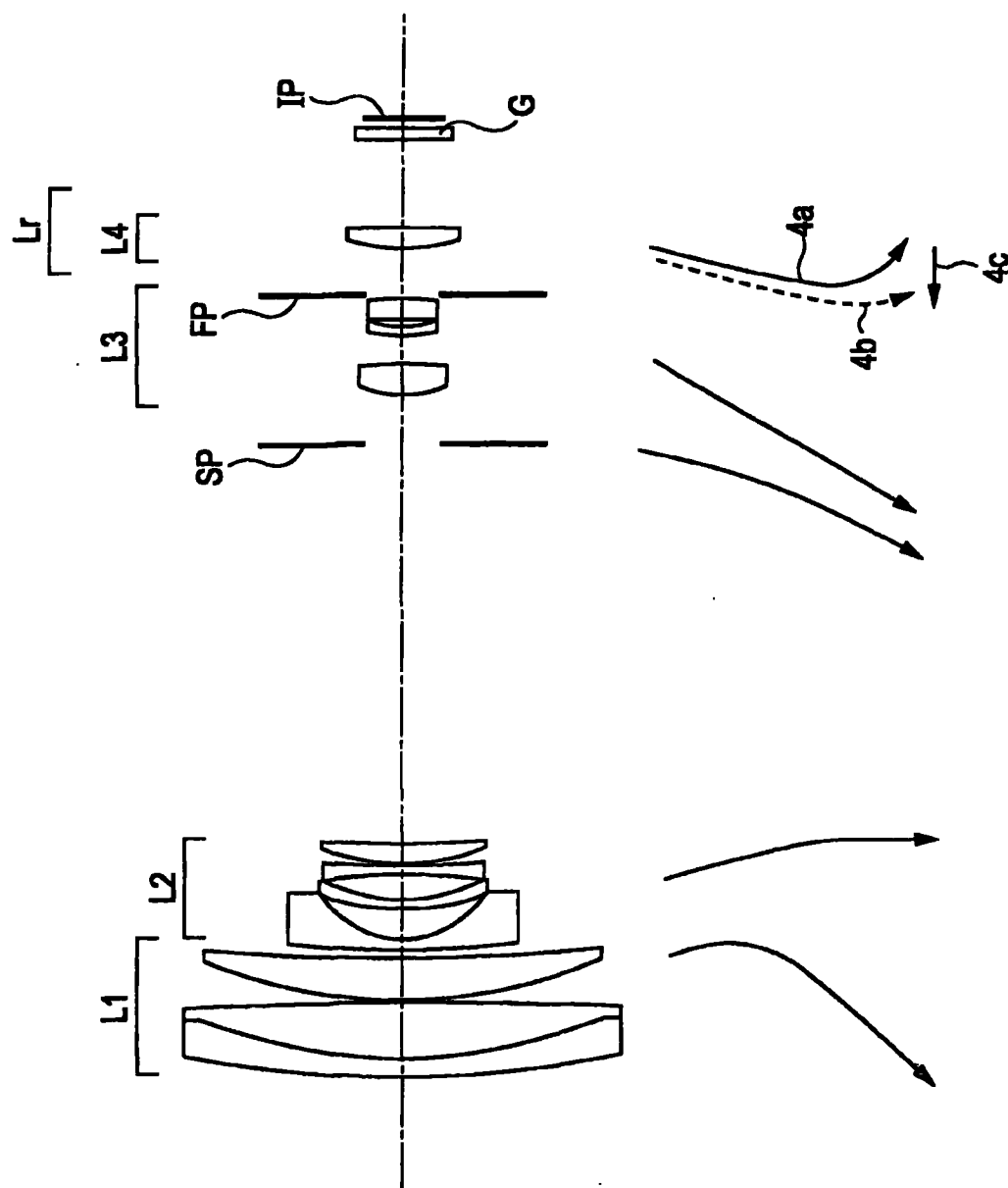


图 11

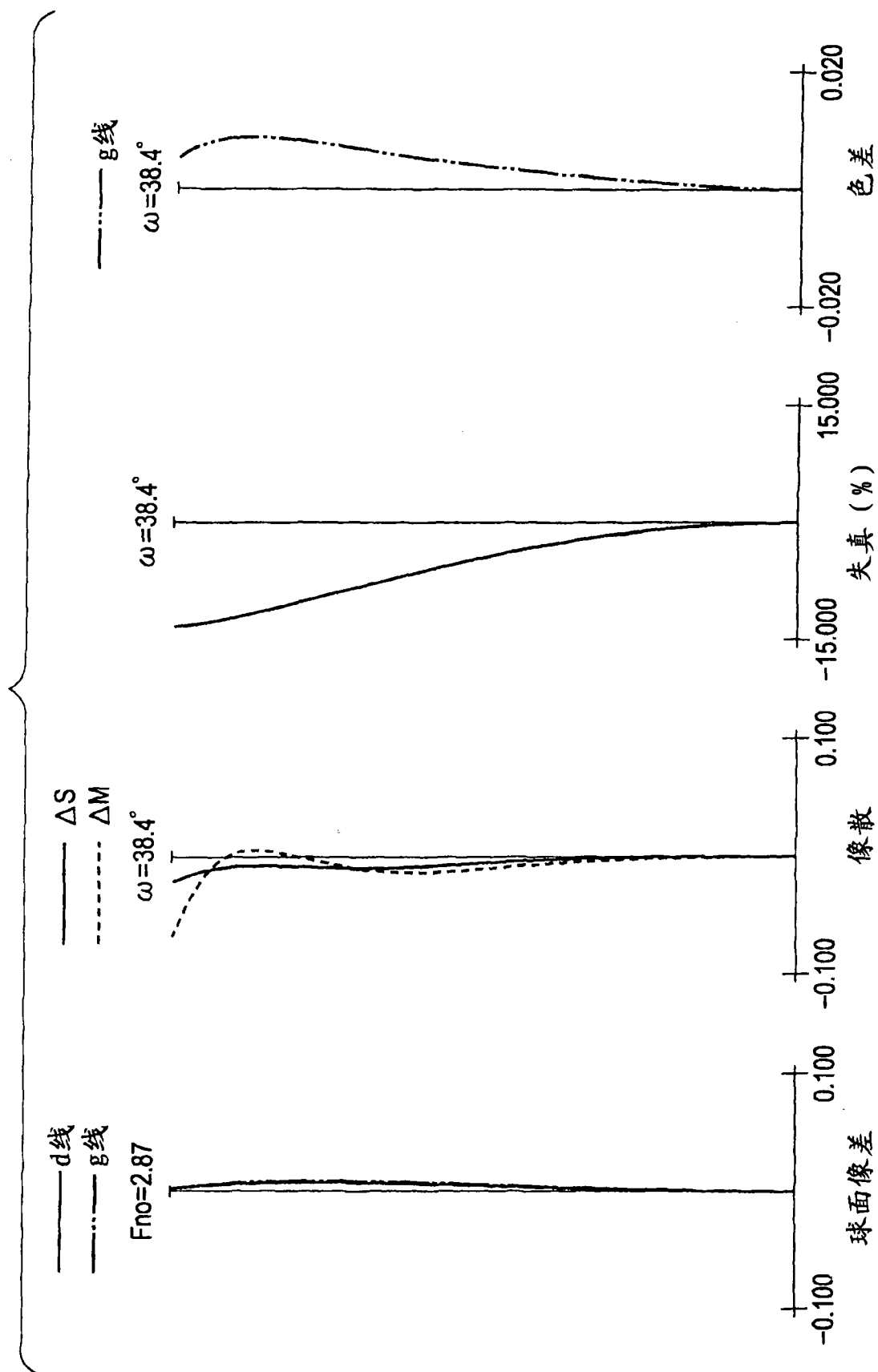


图 12A

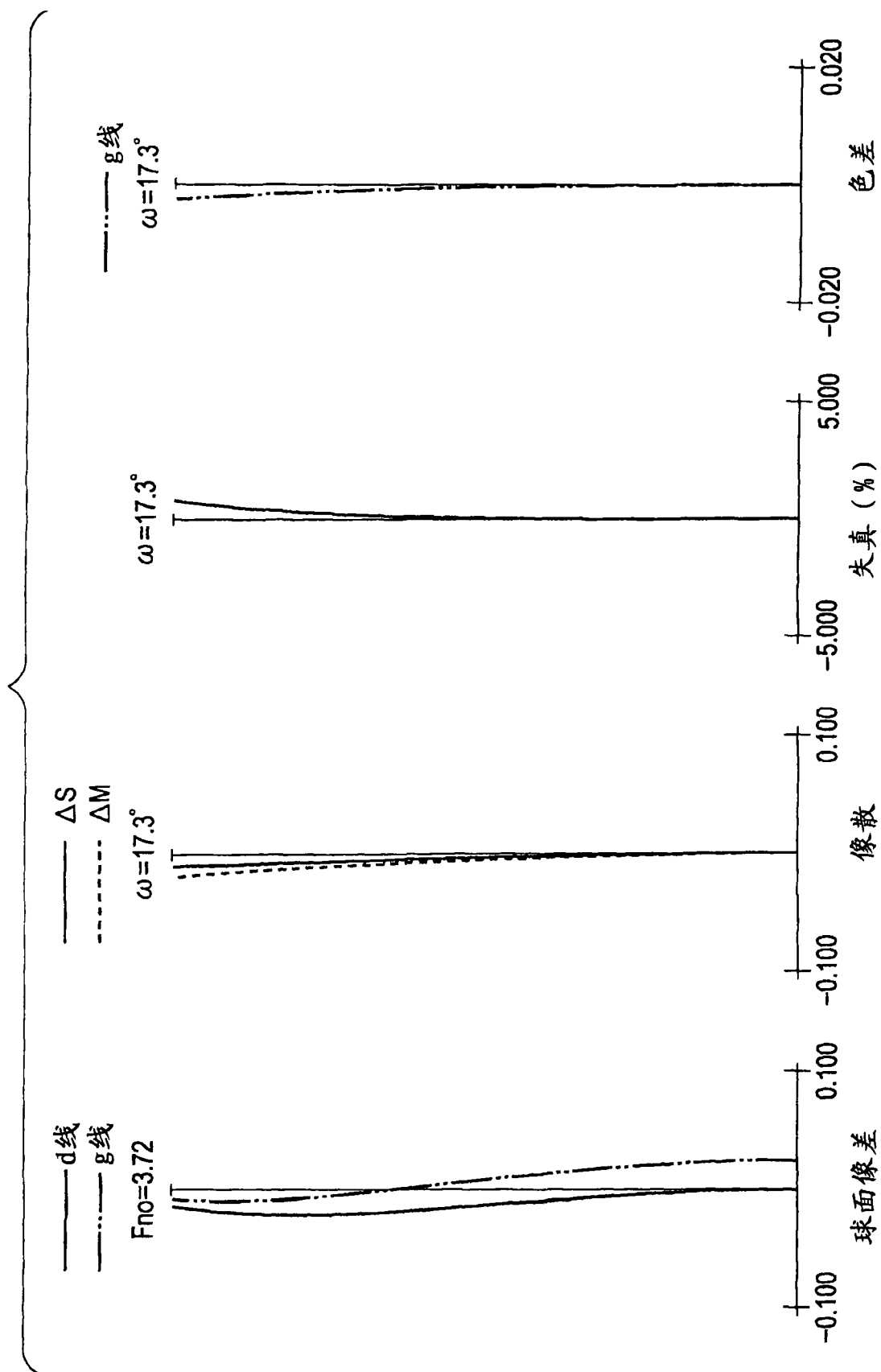


图 12B

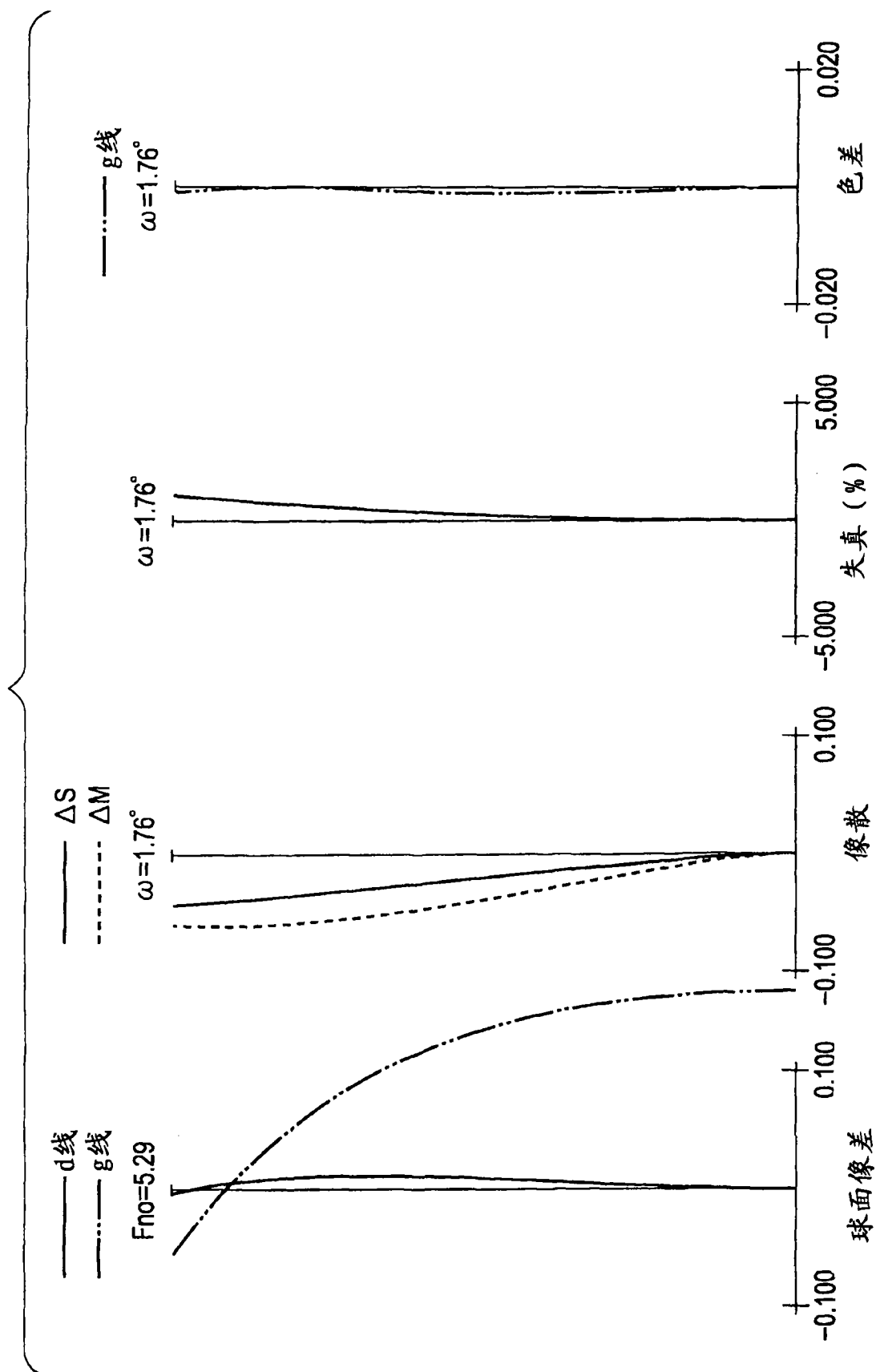


图 12C

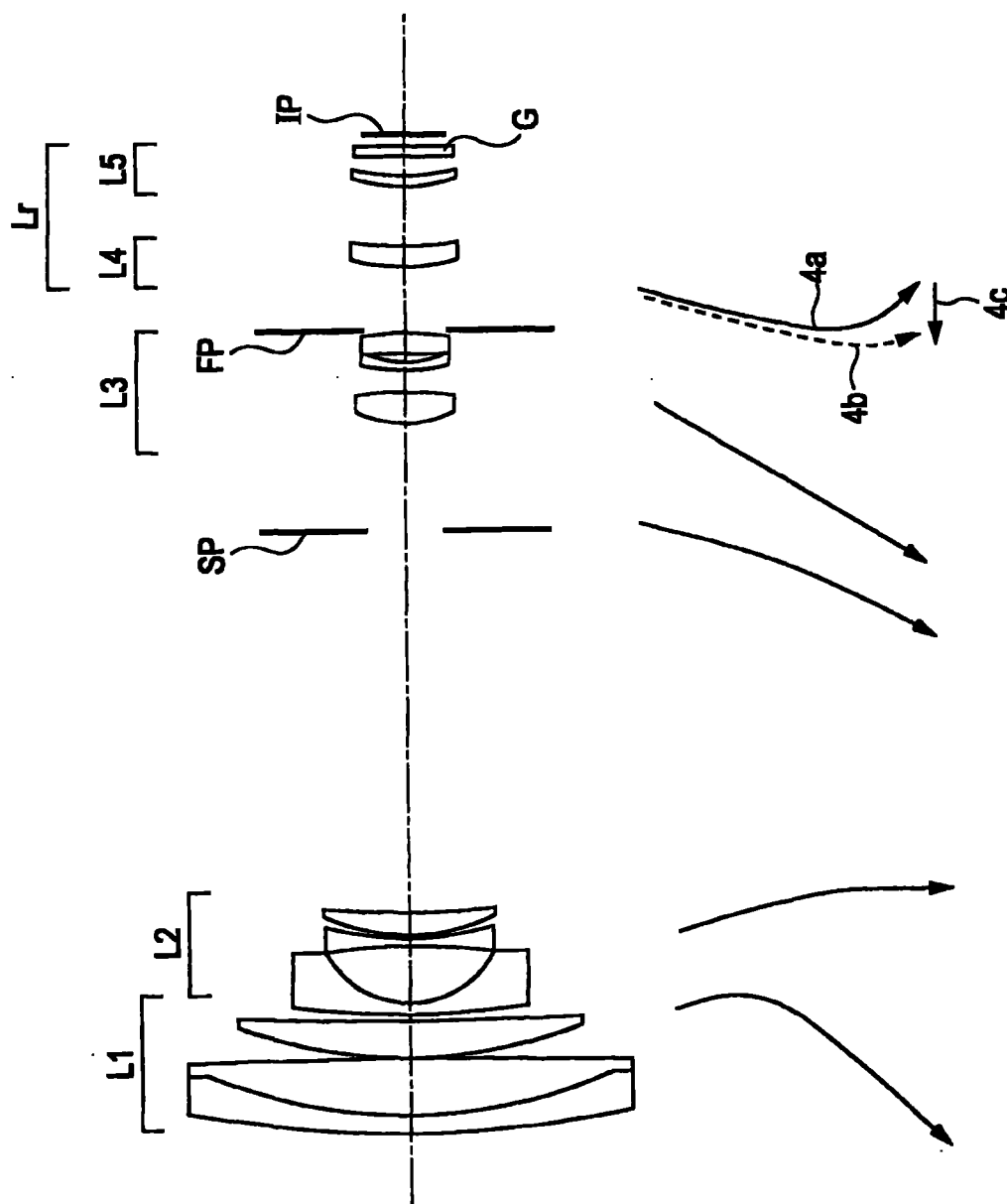


图 13

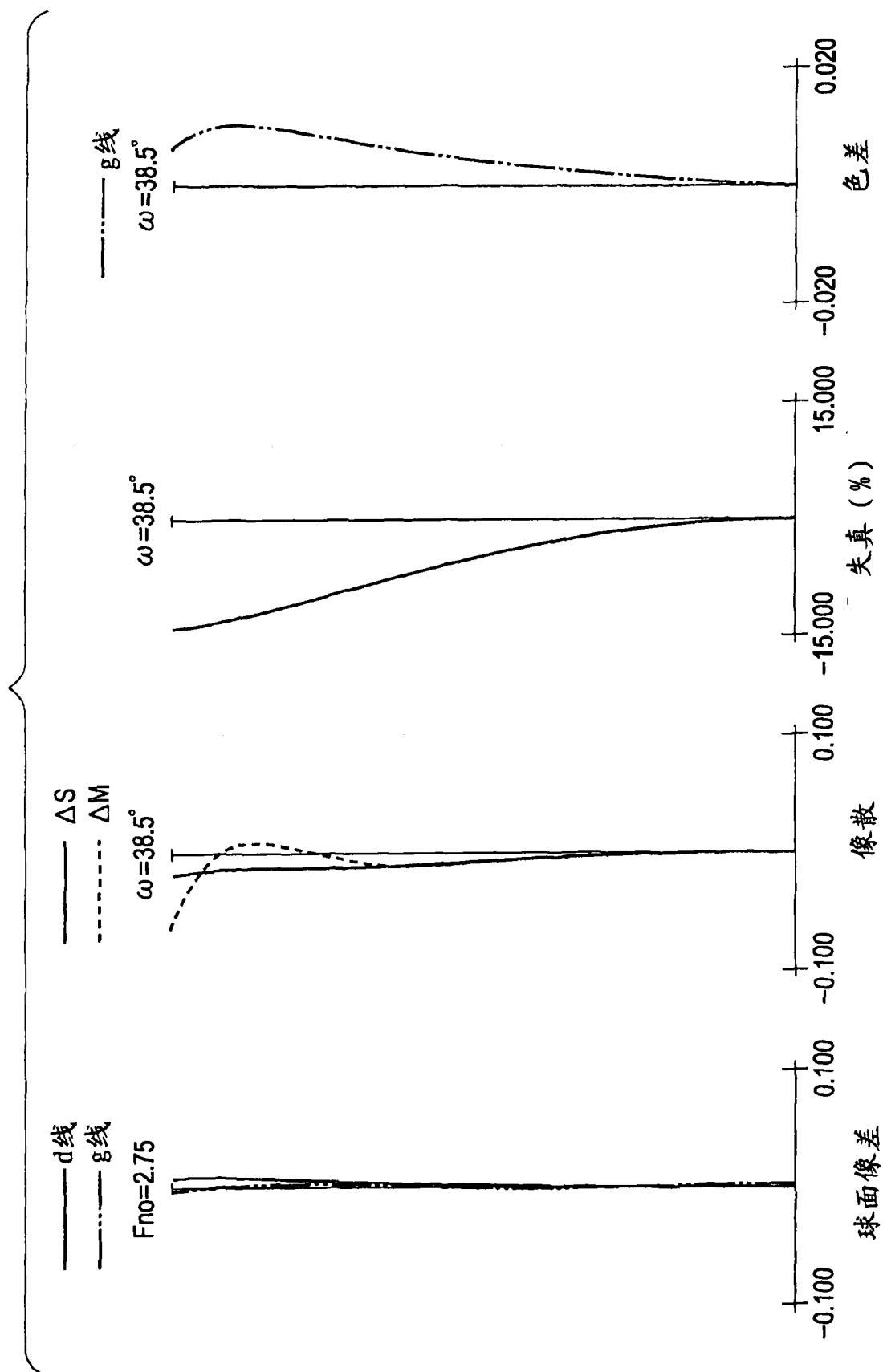


图 14A

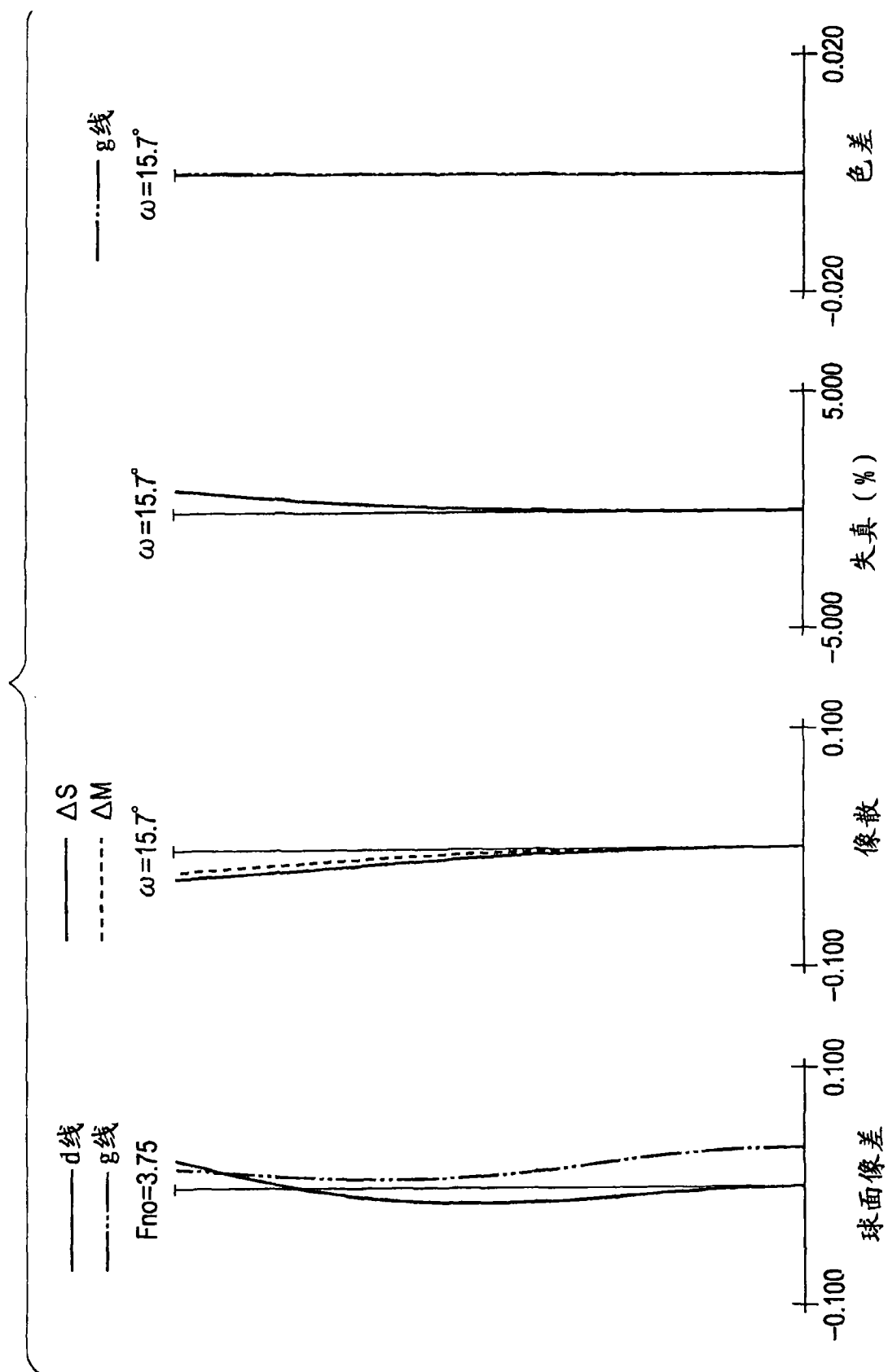


图 14B

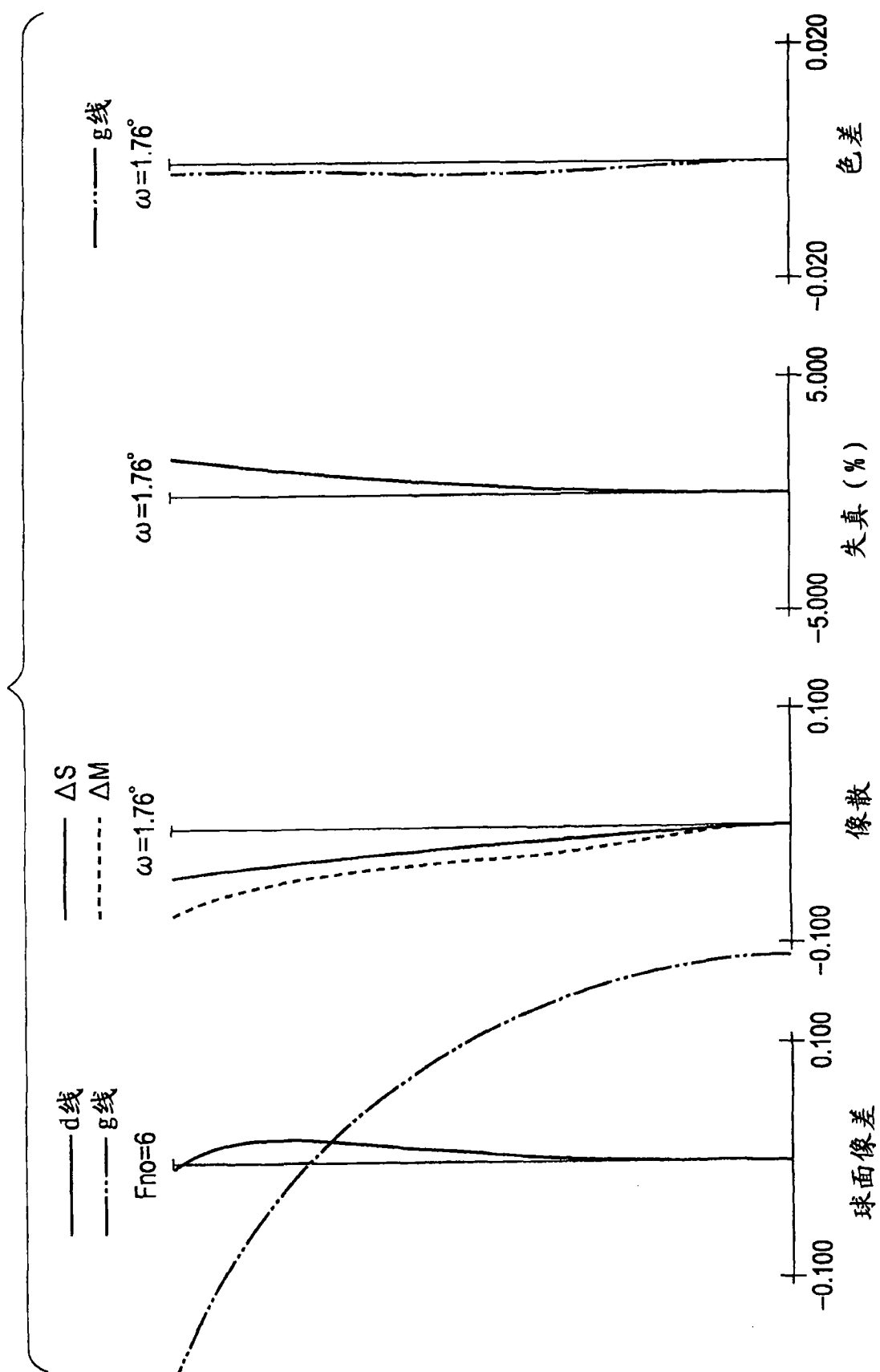


图 14C

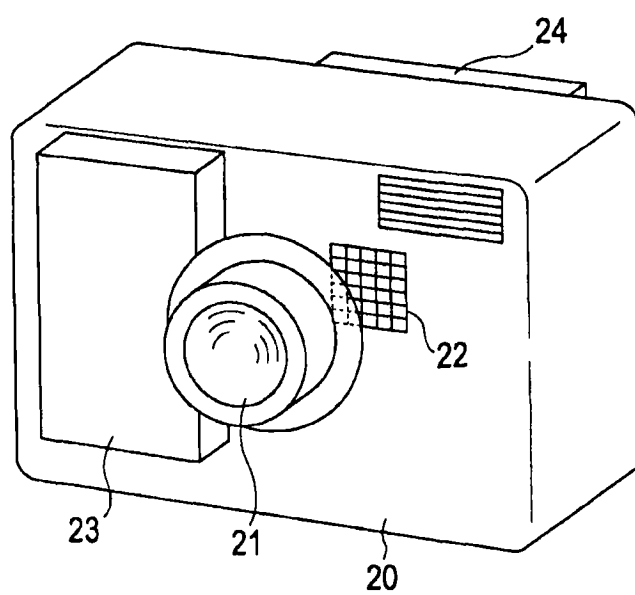


图 15