



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101900871 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201010184217. 4

(22) 申请日 2010. 05. 21

(30) 优先权数据

2009-126205 2009. 05. 26 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 魏小薇

(51) Int. Cl.

G02B 15/16 (2006. 01)

G02B 15/20 (2006. 01)

G03B 5/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2003-295055 A, 2003. 10. 15,

US 6400515 B1, 2002. 06. 04,

CN 100381857 C, 2008. 04. 16,

JP 特开平 11-52236 A, 1999. 02. 26,

CN 1768290 A, 2006. 05. 03,

US 5157550 A, 1992. 10. 20,

CN 1922529 A, 2007. 02. 28,

CN 1715984 A, 2006. 01. 04,

US 2004/0223233 A1, 2004. 11. 11,

审查员 张云

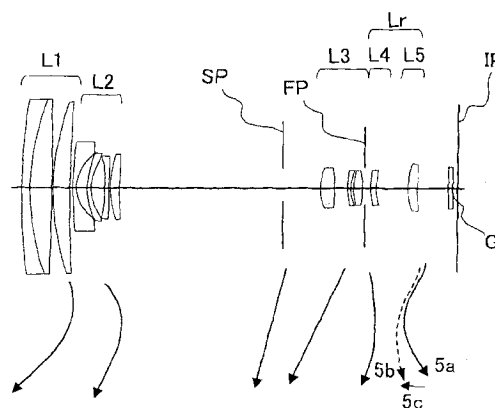
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 22 页

(54) 发明名称

变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

提供一种变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置, 该变焦透镜从物侧到像侧依次包括: 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含至少一个透镜单元的后组。所述透镜单元中的每一个被配置为移动使得广角端处的透镜总长比望远端处的透镜总长更长, 以执行变焦操作。广角端和望远端处的第一透镜单元的相对于成像面的移动量 $M1$ 、第一透镜单元的焦距 $f1$ 以及广角端和望远端处的整个系统的焦距 f_w 和 f_t 被适当地设定。



1. 一种变焦透镜,该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和包含至少一个透镜单元的后组,

其中,所述透镜单元中的每一个被配置为移动使得望远端处的透镜总长比广角端处的透镜总长更长,以执行变焦操作,以及

其特征在于,满足以下的条件式:

$$20.0 < f1/fw < 50.0$$

$$7.5 < M1/fw < 40.0$$

$$0.2 < M1/ft < 0.8$$

这里, M1 是广角端和望远端处的第一透镜单元相对于成像面的移动量, f1 是第一透镜单元的焦距, fw 和 ft 是广角端和望远端处的整个系统的焦距。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件式:

$$-0.15 < f2/ft < -0.01$$

这里, f2 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,其特征在于,满足以下的条件式:

$$0.01 < f3/f1 < 0.25$$

这里, f3 是第三透镜单元的焦距。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件式:

$$0.01 < Tdw/ft < 1.0$$

这里, Tdw 是广角端处的变焦透镜的透镜总长。

5. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,所述第一透镜单元从物侧到像侧依次包含负透镜、正透镜和正透镜。

6. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,所述第三透镜单元包含一个负透镜和两个正透镜。

7. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,还在第三透镜单元的物侧包含孔径光阑,

其中,满足以下的条件式:

$$0.2 < dsw/fw < 10.0$$

这里, dsw 是广角端处的孔径光阑和第三透镜单元之间的间隔。

8. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件式:

$$0.05 < \beta 2w/\beta 2t < 0.5$$

这里, $\beta 2w$ 和 $\beta 2t$ 分别是广角端和望远端处的第二透镜单元的横向倍率。

9. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,所述第三透镜单元被配置为沿具有与光轴垂直的分量的方向移动,以校正由变焦透镜的抖动导致的图像模糊。

10. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,所述后组从物侧到像侧依次包含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,以及

第四透镜单元和第五透镜单元中的每一个被配置为在变焦操作中移动。

11. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,所述后组包含具有正折光力的第四透镜单元,以及

所述透镜单元中的每一个被配置为在变焦操作中移动。

12. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,所述后组从物侧到像侧依次包含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,以及第一到第五透镜单元被配置为在变焦操作中移动。

13. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,还在第三透镜单元的物侧包含孔径光阑,

其中,所述孔径光阑被配置为在变焦操作中独立地移动。

14. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,还包括其上形成有图像的固态图像拾取元件。

15. 一种图像拾取装置,包括:

根据权利要求 1 ~ 14 中的任一项所述的变焦透镜;以及
被配置为接收通过变焦透镜形成的图像的光的固态图像拾取元件。

变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置,更特别地,涉及诸如摄像机、电子静态照相机、广播照相机或监视照相机之类的使用固态图像拾取元件的图像拾取装置,或者使用银盐胶片的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 用于图像拾取装置的图像拾取光学系统需要是具有短的透镜总长、小的尺寸、高的变焦比和高的分辨率的变焦透镜。

[0003] 一般地,为了维持预定的变焦比并且减小整个系统的尺寸,需要加强构成变焦透镜的各透镜单元的折光力,并且还需要减少透镜的数量。但是,在这种变焦透镜中,为了伴随各透镜表面的折光力的增大而确保边缘厚度,透镜的厚度增大。特别地,透镜有效直径增大,并且,整个透镜系统不能被充分地缩短。同时,难以校正诸如望远端处的色差之类的各种像差。此外,伴随变焦比的增大,由组装透镜或透镜单元时的倾斜或偏心导致的误差增大。当透镜或透镜单元的偏心的敏感度较大时,光学性能由于偏心而大大劣化,或者,光学性能在防抖操作中大大劣化。因此,优选尽可能地减小各透镜或各透镜单元的偏心的敏感度。

[0004] 从物侧到像侧依次包含分别具有正折光力、负折光力和正折光力的第一透镜单元、第二透镜单元和第三透镜单元以及包含至少一个透镜单元的随后的后组的正引导型变焦透镜是已知的。例如,从物侧到像侧由具有正折光力、负折光力、正折光力和正折光力的四个透镜单元构成的变焦透镜是已知的(美国专利第 7,190,529 号)。

[0005] 从物侧到像侧由具有正折光力、负折光力、正折光力、正折光力和正折光力的五个透镜单元构成的变焦透镜也是已知的(美国专利第 7,286,304 号)。

[0006] 此外,从物侧到像侧由具有正折光力、负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的五个透镜单元构成的变焦透镜是已知的(美国专利第 6,594,087 号)。

[0007] 在这些四组变焦透镜和五组变焦透镜中,为了实现高的变焦比和整个透镜系统的小型化并且还获得良好的光学性能,适当地设定各透镜单元的折光力或透镜配置或者各透镜单元在变焦操作中的移动条件等是重要的。特别地,为了减小透镜有效直径、减小整个照相机的尺寸并且还很好地校正诸如望远端处的色差之类的各种像差,适当地设定第一透镜单元的折光力或者第一透镜单元在变焦操作中的移动条件等是重要的。如果这些配置没有被适当地设定,那么难以减小整个系统的尺寸并获得具有宽场角和高的变焦比并且还具有高的光学性能的变焦透镜。

发明内容

[0008] 本发明提供一种变焦透镜,所述变焦透镜具有整体上小型化的光学系统,具有宽场角和高的变焦比,并且还在整个变焦范围中获得高的光学性能。

[0009] 作为本发明的一个方面,一种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和包含至少一个透镜单元的后组。所述透镜单元中的每一个被配置为移动使得广角端处的透镜总长比望远端处的透镜总长更长,以执行变焦操作。满足以下的条件式:

$$[0010] \quad 20.0 < f_l/f_w < 50.0$$

$$[0011] \quad 7.5 < M_l/f_w < 40.0$$

$$[0012] \quad 0.2 < M_l/f_t < 0.8$$

[0013] 这里, M_l 是广角端和望远端处的第一透镜单元的相对于成像面的移动量, f_l 是第一透镜单元的焦距, f_w 和 f_t 是广角端和望远端处的整个系统的焦距。

[0014] 作为本发明的另一方面,一种图像拾取装置包括变焦透镜和固态图像拾取元件,所述固态图像拾取元件被配置为接收通过变焦透镜形成的图像的光。

[0015] 通过参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征和方面将变得清晰。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明的实施例 1 中的广角端处的变焦透镜的截面图。

[0017] 图 2A ~ 2C 分别是本发明的实施例 1 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。

[0018] 图 3 是本发明的实施例 2 中的广角端处的变焦透镜的截面图。

[0019] 图 4A ~ 4C 分别是本发明的实施例 2 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。

[0020] 图 5 是本发明的实施例 3 中的广角端处的变焦透镜的截面图。

[0021] 图 6A ~ 6C 分别是本发明的实施例 3 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。

[0022] 图 7 是本发明的实施例 4 中的广角端处的变焦透镜的截面图。

[0023] 图 8A ~ 8C 分别是本发明的实施例 4 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。

[0024] 图 9 是本发明的实施例 5 中的广角端处的变焦透镜的截面图。

[0025] 图 10A ~ 10C 分别是本发明的实施例 5 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。

[0026] 图 11 是本发明的实施例 6 中的广角端处的变焦透镜的截面图。

[0027] 图 12A ~ 12C 分别是本发明的实施例 6 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。

[0028] 图 13 是本发明的图像拾取装置的主示意图。

具体实施方式

[0029] 以下,将参照附图描述本发明的变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置的示例性实施例。本发明的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和包含至少一个透镜单元的后组。变焦透镜移动透镜单元,使得广角端处的透镜总长比望远端处的透镜总长更长,以执行

变焦操作。

[0030] 图 1 是本发明的实施例 1 中的广角端（短焦距端）处的变焦透镜的截面图。图 2A ~ 2C 分别是本发明的实施例 1 中的广角端、中间变焦位置和望远端（长焦距端）处的变焦透镜的像差图。图 3 是本发明的实施例 2 中的广角端处的变焦透镜的截面图。图 4A ~ 4C 分别是本发明的实施例 2 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。图 5 是本发明的实施例 3 中的广角端处的变焦透镜的截面图。图 6A ~ 6C 分别是本发明的实施例 3 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。图 7 是本发明的实施例 4 中的广角端处的变焦透镜的截面图。图 8A ~ 8C 分别是本发明的实施例 4 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。图 9 是本发明的实施例 5 中的广角端处的变焦透镜的截面图。图 10A ~ 10C 分别是本发明的实施例 5 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。图 11 是本发明的实施例 6 中的广角端处的变焦透镜的截面图。图 12A ~ 12C 分别是本发明的实施例 6 中的广角端、中间变焦位置和望远端处的变焦透镜的像差图。图 13 是包含本发明的变焦透镜的照相机（图像拾取装置）的主示意图。各实施例的变焦透镜是用于诸如摄像机、数字照相机、TV 照相机或银盐胶片照相机之类的图像拾取装置的图像拾取透镜系统。在变焦透镜的截面图中，左侧表示物侧（前侧），右侧表示像侧（后侧）。在变焦透镜的截面图中，附图标记“i”表示从物侧算起的透镜单元的次序，附图标记“Li”表示第 i 个透镜单元。附图标记“Lr”表示包含至少一个透镜单元的后组。

[0031] 在分别在图 1、图 7、图 9 和图 11 中所示的实施例 1 和实施例 4 ~ 6 的截面图中，附图标记“L1”表示具有正折光力的第一透镜单元，附图标记“L2”表示具有负折光力的第二透镜单元，附图标记“L3”表示具有正折光力的第三透镜单元。后组 Lr 由具有负折光力的第四透镜单元 L4 和具有正折光力的第五透镜单元 L5 构成。实施例 1 和实施例 4 ~ 6 中的每一个是由五个透镜单元构成的正引导型五组变焦透镜。在图 3 所示的实施例 2 的变焦透镜的截面图中，附图标记“L1”表示具有正折光力的第一透镜单元，附图标记“L2”表示具有负折光力的第二透镜单元，附图标记“L3”表示具有正折光力的第三透镜单元。后组 Lr 由具有正折光力的第四透镜单元 L4 构成。实施例 2 是由四个透镜单元构成的正引导型四组变焦透镜。在图 5 所示的实施例 3 的透镜截面配置中，附图标记“L1”表示具有正折光力的第一透镜单元，附图标记“L2”表示具有负折光力的第二透镜单元，附图标记“L3”表示具有正折光力的第三透镜单元。后组 Lr 由具有正折光力的第四透镜单元 L4 和具有正折光力的第五透镜单元 L5 构成。实施例 3 是由五个透镜单元构成的正引导型五组变焦透镜。

[0032] 在各实施例中，附图标记“SP”表示孔径光阑，其被设置在第三透镜单元 L3 的物侧。附图标记“FP”表示杂光光阑，其被设置在第三透镜单元 L3 的像侧以屏蔽不必要的光。附图标记“G”表示与滤光器、面板、晶体低通滤波器或红外截止滤波器等对应的光学块。附图标记“IP”表示像面，当使用变焦透镜作为摄像机或数字照相机的图像拾取光学系统时，在所述像面处设置与诸如 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）的成像面对应的感光面，或者，当将变焦透镜用于银盐胶片照相机时，在所述像面处设置与胶片表面对应的感光面。在像差图中，附图标记“d”和“g”分别表示 d 线和 g 线。附图标记“ ΔM ”和“ ΔS ”分别表示子午像面和弧矢像面，倍率色差由 g 线表示。附图标记“ ω ”表示半场角（成像场角的一半的值），附图标记“Fno”表示 F 数。在以下描述的各实

施例中,广角端和望远端被定义为变倍透镜单元在结构上位于光轴上的可移动范围中的两端时的变焦位置。在各实施例中,各透镜单元在从广角端到望远端的变焦操作中如箭头所指示的那样移动。

[0033] 在分别在图 1、图 7、图 9 和图 11 中示出的实施例 1、实施例 4、实施例 5 和实施例 6 中,第一透镜单元 L1 在执行从广角端向望远端的变焦操作时如箭头所指示的那样沿凸形状的轨迹向像侧移动。第二透镜单元 L2 以凸的方式并且非线性地向像侧移动。第三透镜单元 L3 向物侧移动。第四透镜单元 L4 向物侧或像侧移动,第五透镜单元沿凸形状的轨迹向物侧移动。孔径光阑 SP 与其它透镜单元相独立地移动。杂光截止光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一体化地移动。采用在光轴上移动第五透镜单元 L5 的同时执行聚焦操作的后对焦模式。当在望远端处执行从无限远物体向近距离物体的聚焦操作时,如变焦透镜的各截面图中的箭头 5c 所指示,第五透镜单元 L5 向前移动。与第五透镜单元 L5 有关的实线曲线 5a 和虚线曲线 5b 分别表示用于校正在无限远物体和近距离物体上聚焦的条件下的从广角端向望远端的变焦操作中的像场变化的移动轨迹。

[0034] 在实施例 1、实施例 4、实施例 5 和实施例 6 中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 沿与光轴垂直的方向移动,以校正整个光学系统(变焦透镜)抖动(倾斜)时的图像模糊。在图 3 所示的实施例 2 中,当执行从广角端到望远端的变焦操作时,第一透镜单元 L1 如箭头所指示的那样沿凸形状的轨迹向像侧移动。第二透镜单元 L2 以凸的方式并且非线性地向像侧移动。第三透镜单元 L3 向物侧移动。第四透镜单元 L4 沿凸形状的轨迹向物侧移动。孔径光阑 SP 与其它透镜单元相独立地移动。杂光截止光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一体化地移动。采用在光轴上移动第四透镜单元 L4 的同时执行聚焦操作的后对焦模式。当在望远端处执行从无限远物体向近距离物体的聚焦操作时,如变焦透镜的各截面图中的箭头 4c 所指示,第四透镜单元 L4 向前移动。与第四透镜单元 L4 有关的实线曲线 4a 和虚线曲线 4b 分别表示用于校正在无限远物体和近距离物体上聚焦的条件下的从广角端向望远端的变焦操作中的像场变化的移动轨迹。此外,在实施例 2 中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 沿与光轴垂直的方向移动,以校正整个光学系统(变焦透镜)抖动(倾斜)时的图像模糊。

[0035] 在图 5 所示的实施例 3 中,当执行从广角端向望远端的变焦操作时,第一透镜单元 L1 如箭头所指示的那样沿凸形状的轨迹向像侧移动。第二透镜单元 L2 以凸的方式并且非线性地向像侧移动。第三透镜单元 L3 向物侧移动。第四透镜单元 L4 沿凸形状的轨迹向物侧移动。第五透镜单元 L5 在变焦操作中不移动。虽然第一到第四透镜单元在变焦操作中移动,但是,如果必要的话,第五透镜单元 L5 也可在变焦操作中与其它透镜单元相独立地移动。孔径光阑 SP 与其它透镜单元相独立地移动。杂光截止光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一体化地移动。采用在光轴上移动第四透镜单元 L4 的同时执行聚焦操作的后对焦模式。当在望远端处执行从无限远物体向近距离物体的聚焦操作时,如变焦透镜的截面图中的箭头 4c 所指示,第四透镜单元 L4 向前移动。与第四透镜单元 L4 有关的实线曲线 4a 和虚线曲线 4b 分别表示用于校正在无限远物体和近距离物体上聚焦的条件下的从广角端向望远端的变焦操作中的像场变化的移动轨迹。此外,在实施例 3 中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 沿与光轴垂直的方向移动,以校正整个光学系统(变焦透镜)抖动(倾斜)时的图像模糊。

[0036] 在各实施例中,在变焦操作中,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 均移动,以便与望远端的情况相比在广角端的情况下位于物侧。因此,广角端处的透镜总长缩短,并且还获得高的变焦比(变倍比)。特别地,在各实施例中,在从广角端向望远端的变焦操作中,第三透镜单元 L3 向物侧移动以与第三透镜单元 L3 分担变倍功能。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 具有大量的变倍效果以获得至少 20 倍的高的变焦比,而不增大第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的折光力。在各实施例的变焦透镜中,采用在光轴上移动第四透镜单元 L4 或第五透镜单元 L5 的同时执行聚焦操作的后对焦模式。

[0037] 在实施例 1 和实施例 4~6 中,也可通过第四透镜单元 L4 执行望远端处的从无限远物体向近距离物体的聚焦操作。当执行望远端处的从无限远物体向近距离物体的聚焦操作时,具有负折光力的第四透镜单元 L4 向后移动。此外,在各实施例中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 移动,以具有与光轴垂直的方向的分量,以沿与光轴垂直的方向使图像位移。因此,整个光学系统(变焦透镜)抖动(倾斜)时的图像模糊得到校正。在各实施例中,执行防抖操作而不添加诸如可变顶角棱镜之类的光学部件或用于防抖操作的透镜单元,因此避免增大整个光学系统的尺寸。在各实施例中,第三透镜单元 L3 沿与光轴垂直的方向移动以执行防抖操作,但是,如果第三透镜单元 L3 移动以具有与光轴垂直的方向的分量,那么也可执行任何其它的移动模式以校正图像的抖动。例如,如果允许透镜筒结构的复杂化,那么第三透镜单元 L3 还可旋转以在光轴上具有旋转中心以执行防抖操作。此外,在各实施例中,孔径光阑 SP 在变焦操作中与各透镜单元相独立地移动。因此,防止相对于广角端及其附近的变焦位置处的中间像高的画面周边的光强度突然减小。

[0038] 为了减小第一透镜单元 L1 的有效透镜直径,优选构成第一透镜单元 L1 的透镜的数量较少。因此,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次由负透镜、正透镜和正透镜这三个透镜构成。具体地,在各实施例中,第一透镜单元 L1 由胶合透镜和正透镜构成,该胶合透镜通过胶合负透镜和正透镜制成。因此,当增大变焦比时产生的非球面像差和色差很好地得到校正。第三透镜单元 L3 包含一个负透镜和两个正透镜。具体地,在各实施例中,第三透镜单元 L3 从物侧到像侧依次由正透镜、负透镜和正透镜构成。因此,在防抖操作期间产生的彗形像差很好地得到校正。此外,第三透镜单元 L3 被配置为具有至少一个非球面。因此,由变焦操作产生的球面像差的变化很好地得到校正。在实施例 2 和实施例 3 中,第四透镜单元 L4 由在物侧具有凸形表面的一个正透镜构成。在图 5 所示的实施例 3 中,在最接近像侧的位置处布置具有正折光力的第五透镜单元 L5,所述第五透镜单元 L5 在变焦操作中不关于像面移动(被固定)。该布置对于诸如像场弯曲之类的各种像差的校正、透镜有效直径的尺寸的减小和变倍操作有贡献。

[0039] 在各实施例中,广角端和望远端处的第一透镜单元 L1 的关于成像面的移动量被定义为 M1。第一透镜单元 L1 的焦距被定义为 f1,广角端和望远端处的整个系统的焦距分别被定义为 fw 和 ft。在这种情况下,满足以下的条件式。

[0040] $20.0 < f1/fw < 50.0 \dots (1)$

[0041] $7.5 < M1/fw < 40.0 \dots (2)$

[0042] $0.2 < M1/ft < 0.8 \dots (3)$

[0043] 移动量 M1 对应于与广角端相比的望远端处的相对于光轴方向的像面的位移(位

置差)。移动量 $M1$ 的符号为正。

[0044] 在各实施例中,在从广角端向望远端的变焦操作(变倍操作)中,第一透镜单元相对于成像面移动,使得望远端处的透镜总长(从第一透镜表面到像面)比广角端处的透镜总长更长。因此,在实现宽场角和高的变焦比的同时减小透镜有效直径。为了减小整个系统的尺寸并加宽场角并且还增大变焦比,条件式(1)适当地确定对变倍操作有贡献的第一透镜单元 $L1$ 的焦距 $f1$ 与广角端处的整个系统的焦距 f_w 的比。当条件式(1)超过下限并且第一透镜单元 $L1$ 的焦距 $f1$ 小于广角端处的整个系统的焦距 f_w 时,如果场角被加宽,那么难以校正望远端处的倍率色差。如果变焦比提高,那么望远端处的轴向色差和倍率色差增大。由于难以确保构成第一透镜单元 $L1$ 的正透镜的边缘的厚度并且为了制造变焦透镜必须增大有效直径,因此这是不好的。此外,当变焦透镜被组装时,第一透镜单元 $L1$ 的偏心敏感度增大,这导致光学性能的劣化。相反,当条件式(1)超过上限并且第一透镜单元 $L1$ 的焦距 $f1$ 大于广角端处的整个系统的焦距 f_w 时,第一透镜单元 $L1$ 的移动量在高变焦比的变焦操作中变大,整个系统的尺寸增大。望远端处的球面像差也增大。此外,由于变焦操作期间的第一透镜单元 $L1$ 的移动量增大并且变焦操作期间的图像抖动或抖动声音增大,因此这是不好的。

[0045] 为了减小整个系统的尺寸并加宽场角并且还增大变焦比,条件式(2)适当地确定对变倍操作有贡献的第一透镜单元 $L1$ 相对于像面的移动量 $M1$ 与广角端处的整个系统的焦距 f_w 的比。当条件式(2)超过下限时,由于变焦操作期间的第一透镜单元 $L1$ 的移动量变小,因此广角端处的透镜总长变大(加长)。根据这种情况,由于透镜有效直径加大以确保周边光强度,因此难以减小第一透镜单元 $L1$ 的尺寸。此外,难以校正广角端处的像场弯曲和倍率色差。相反,当条件式(2)超过上限时,由于变焦操作期间的第一透镜单元 $L1$ 的移动量变大,因此望远端处的透镜总长(从第一透镜表面到像面的距离)加长,并因此难以减小尺寸。当为了减小照相机的厚度而缩回透镜镜筒时,缩回段数增大,并且,镜筒的直径也增大。此外,由于伴随第一透镜单元 $L1$ 的移动量的增大,在变焦操作期间图像抖动或抖动声音增大,因此这是不好的。当在望远端处确保周边时,透镜有效直径变大,难以减小整个系统的尺寸。

[0046] 为了减小整个系统的尺寸并加宽场角并且还增大变焦比,条件式(3)适当地确定对变倍操作有贡献的第一透镜单元 $L1$ 相对于像面的移动量 $M1$ 与望远端处的整个系统的焦距 f_t 的比。当条件式(3)超过下限时,由于变焦操作期间的第一透镜单元 $L1$ 的移动量变小,因此广角端处的透镜总长变大。根据这种情况,由于透镜有效直径增大以确保周边光强度,因此难以减小第一透镜单元 $L1$ 的尺寸。此外,难以校正望远端处的像场弯曲和倍率色差。相反,当条件式(3)超过上限时,由于变焦操作期间的第一透镜单元 $L1$ 的移动量变大,因此望远端处的透镜总长加长,因此难以减小尺寸。当为了减小照相机的厚度而缩回透镜镜筒时,缩回段数增大,并且,镜筒的直径也增大。此外,由于伴随第一透镜单元 $L1$ 的移动量的增大,在变焦操作期间图像抖动或抖动声音增大,因此这是不好的。当在望远端处确保周边时,透镜有效直径变大,难以减小整个系统的尺寸。此外,由于在望远端处球面像差变大,因此这不是优选的。

[0047] 在各实施例中,如上所述,第一透镜单元 $L1$ 的焦距、广角端和望远端处的第一透镜单元 $L1$ 的位置关系以及变焦操作期间的移动量被适当地设定以满足条件式(1)、(2)和

(3)。因此,实现在整个变焦范围中保持高的光学性能并且具有宽场角和高的变焦比的紧凑型变焦透镜。该变焦透镜还具有小的透镜有效直径、短的缩回长度,并且在制造时容易被组装。更优选地,条件式(1)~(3)的数值范围被设定如下。

$$[0048] \quad 20.0 < f1/fw < 40.0 \dots (1a)$$

$$[0049] \quad 8.5 < M1/fw < 30.0 \dots (2a)$$

$$[0050] \quad 0.3 < M1/ft < 0.7 \dots (3a)$$

[0051] 在各实施例中,通过如上所述的配置,可以获得这样的紧凑型变焦透镜,该紧凑型变焦透镜具有宽场角和高的变焦比,并且在整个变焦范围中具有高的光学性能。

[0052] 在各实施例中,更优选地,满足以下条件式中的至少一个。第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的焦距分别被定义为 $f2$ 和 $f3$ 。广角端处的透镜总长(从第一透镜表面到像面的距离)被定义为 Tdw 。广角端处的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 L3 之间的间隔被定义为 dsw 。广角端和望远端处的第二透镜单元 L2 的横向倍率分别被定义为 β_{2w} 和 β_{2t} 。在这种情况下,优选满足以下条件式中的至少一个。

$$[0053] \quad -0.15 < f2/ft < -0.01 \dots (4)$$

$$[0054] \quad 0.01 < f3/f1 < 0.25 \dots (5)$$

$$[0055] \quad 0.01 < Tdw/ft < 1.0 \dots (6)$$

$$[0056] \quad 0.2 < dsw/fw < 10.0 \dots (7)$$

$$[0057] \quad 0.05 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.5 \dots (8)$$

[0058] 为了减小整个系统的尺寸并且还增大变焦比,条件式(4)适当地确定对变倍操作有贡献的第二透镜单元 L2 的焦距 $f2$ 的范围。当条件式(4)超过下限并且第二透镜单元 L2 的焦距 $f2$ (负值)小于望远端处的整个系统的焦距 ft 时,对变倍操作有贡献的第二透镜单元 L2 的负折光力(光焦度,即,焦距的倒数)被弱化。因此,为了增大变焦比,必须增大第二透镜单元 L2 的移动量,作为结果,透镜总长加长,并且,难以减小整个系统的尺寸。由于广角端处的透镜总长加长并且还增大透镜有效直径以确保周边光强度,因此这不是优选的。此外,难以校正变焦中间范围中的像散。相反,当条件式(4)超过上限并且第二透镜单元 L2 的焦距 $f2$ 大于望远端处的整个系统的焦距 ft 时,对变倍操作有贡献的第二透镜单元 L2 的负折光力被加强。结果,难以在广角端和变焦中间范围之间校正彗形像差和像场变化。相对于第二透镜单元 L2 偏心时的光学性能的劣化的敏感度也增大,因此组装变焦透镜是困难的。

[0059] 为了减小整个系统的尺寸并且还增大变焦比,条件式(5)适当地确定第一透镜单元 L1 的焦距 $f1$ 和第三透镜单元 L3 的焦距 $f3$ 的范围。当条件式(5)超过下限并且第三透镜单元 L3 的焦距 $f3$ 小于(短于)第一透镜单元 L1 的焦距 $f1$ 时,伴随变倍操作,第一透镜单元 L1 的移动量增大,并且在望远端处透镜总长加长。在望远端处球面像差也劣化。此外,由于在由第三透镜单元 L3 执行防抖操作时光学性能在望远端处劣化,因此这是不好的。相反,当条件式(5)超过上限并且第三透镜单元 L3 的焦距 $f3$ 大于(长于)第一透镜单元 L1 的焦距 $f1$ 时,变焦操作中的第一透镜单元 L1 的移动量减小,并且在广角端处透镜总长变得更长。为了防止周边光强度的减少,透镜有效直径也增大。此外,由于第一透镜单元 L1 的偏心敏感度增大并且光学性能劣化,因此这是不好的。

[0060] 为了减小整个系统的尺寸并且还增大变焦比,条件式(6)适当地确定广角端处的

透镜总长 T_{dw} 的范围。当条件式 (6) 超过下限并且广角端处的透镜总长 T_{dw} 缩短时,难以主要校正广角端处的像场弯曲或畸变。在为了增大变焦比从广角端向望远端执行变倍操作的过程中,当第一透镜单元 $L1$ 相对于像面向物侧移动时,望远端处的透镜总长加长,并且,难以减小尺寸。此外,由于为了减小望远端周围的周边光强度的突然减小,透镜有效直径增大,因此这是不好的。相反,当条件式 (6) 超过上限并且广角端处的透镜总长 T_{dw} 加长时,由于为了防止广角端周围的周边光强度的减少必须增大透镜有效直径,因此难以减小整个系统的尺寸。

[0061] 为了保持良好的图像质量,条件式 (7) 适当地确定广角端处的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 $L3$ 之间的间隔 d_{sw} 的范围。当条件式 (7) 超过下限并且广角端处的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 $L3$ 之间的间隔 d_{sw} 变窄时,由于广角端和中间变焦范围之间的中间像高处的周边光强度的突然减小十分明显,因此这是不好的。此外,透镜有效直径增大并且难以减小尺寸。当条件式 (7) 超过上限并且广角端处的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 $L3$ 之间的间隔 d_{sw} 加宽时,由于对于广角端和中间变焦范围之间的画面的极端周边部分中的周边光强度产生虚光 (vegnetting) 并且周边光强度的绝对量因此不足,所以这是不好的。

[0062] 为了减小整个系统的尺寸并且还增大变焦比,条件式 (8) 适当地确定广角端和望远端处的第二透镜单元 $L2$ 的横向倍率 β_{2w} 和 β_{2t} 。当条件式 (8) 超过下限,并且广角端处的第二透镜单元 $L2$ 的横向倍率 β_{2w} 与望远端处的横向倍率 β_{2t} 相比太小时,在变焦操作中第二透镜单元 $L2$ 的移动量增大。因此,由于透镜总长增大并且整个系统的尺寸也增大,因此这是不好的。相反,当条件式 (8) 超过上限,并且广角端处的第二透镜单元 $L2$ 的横向倍率 β_{2w} 与望远端处的横向倍率 β_{2t} 相比太大时,难以对于整个变焦范围校正彗形像差和像场变化。此外,由于透镜有效直径增大,因此难以减小整个系统的尺寸。

[0063] 为了在执行像差校正操作和变焦操作中减小像差变化并且还减小整个透镜系统的尺寸,优选条件式 (4) ~ (8) 的数值范围被设定如下。

[0064] $-0.12 < f_2/f_t < -0.03 \quad \dots (4a)$

[0065] $0.05 < f_3/f_1 < 0.25 \quad \dots (5a)$

[0066] $0.3 < T_{dw}/f_t < 1.0 \quad \dots (6a)$

[0067] $0.2 < d_{sw}/f_w < 8.0 \quad \dots (7a)$

[0068] $0.05 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.30 \dots (8a)$

[0069] 根据各实施例,通过满足上述的条件式,可以获得这样的变焦透镜,该变焦透镜具有约 20 的高变焦比并且还在整个变焦范围中具有高的光学性能。在该变焦透镜中,光学系统的整体尺寸较小并且场角较宽。此外,根据各实施例,可以获得这样的变焦透镜,该变焦透镜校正由变焦透镜的抖动 (倾斜) 产生的图像模糊,并且优选被用于图像被稳定化的各种图像拾取装置。

[0070] 随后,将指示分别与本发明的实施例 1 ~ 6 对应的数值实施例 1 ~ 6。在各数值实施例中,“ i ”表示从物侧算起的光学表面的次序。在各数值实施例中,“ r_i ”表示第 i 个光学表面 (第 i 个表面) 的曲率半径,“ d_i ”表示第 i 个表面和第 $(i+1)$ 个表面之间的间隔,“ n_{di} ”和“ v_{di} ”分别表示第 i 个光学部件的材料相对于 d 线的折射率和 Abbe 数。非球面形状由下式表示,这里,“ k ”是偏心率,“ A_4 ”、“ A_6 ”、“ A_8 ”和“ A_{10} ”是非球面系数,“ x ”是距光轴的高度“ h ”的位置处关于表面顶点的在光轴方向上的位移。

[0071] $x = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+k)(h/R)^2]^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$

[0072] 在以上的表达式中，“R”是旁轴曲率半径。此外，例如，表示法“E-Z”意味着“ 10^{-z} ”。

[0073] 各数值实施例中的最后的两个表面是诸如滤光器或面板之类的光学块的表面。在各实施例中，反焦距（BF）由从透镜的最终表面到旁轴像面的距离的空气转换长度代表。通过将反焦距加到从位置最接近物侧的第一透镜表面直到最终表面的距离，获得透镜总长。换句话说，它是从第一透镜表面直到像面的距离。在数值实施例 1～6 中，“r15”表示孔径光阑 SP 的像侧的设计假想面（空气面）。在表 1 中示出与以上在各数值实施例中描述的条件式的关系。

[0074] （数值实施例 1）

[0075]	表面号	r	d	nd	vd
[0076]	1	153.057	1.70	1.80610	33.3
[0077]	2	56.611	4.80	1.49700	81.5
[0078]	3	-371.639	0.20		
[0079]	4	57.012	3.60	1.63854	55.4
[0080]	5	362.533	（可变）		
[0081]	6	84.809	1.00	1.88300	40.8
[0082]	7	9.400	2.20		
[0083]	8	19.326	0.80	1.88300	40.8
[0084]	9	11.638	3.10		
[0085]	10	-29.711	0.70	1.88300	40.8
[0086]	11	209.523	0.20		
[0087]	12	19.736	2.20	1.94595	18.0
[0088]	13	171.363	（可变）		
[0089]	14（光阑）	∞	0.00		
[0090]	15	∞	（可变）		
[0091]	16 *	10.920	3.00	1.58313	59.4
[0092]	17 *	-68.199	2.90		
[0093]	18	31.202	0.70	1.84666	23.9
[0094]	19	10.431	0.50		
[0095]	20	18.136	2.00	1.48749	70.2
[0096]	21	-16.995	0.30		
[0097]	22（杂光截止光阑）	∞	（可变）		
[0098]	23	50.866	1.00	1.48749	70.2
[0099]	24	16.232	（可变）		
[0100]	25	16.609	2.00	1.48749	70.2
[0101]	26	84.510	（可变）		
[0102]	27	∞	1.00	1.51633	64.1
[0103]	28	∞			
[0104]	像面	∞			

[0105]	非球面数据						
[0106]	第十六表面						
[0107]	K = -1.61056e+000 A4 = 5.88474e-005 A6 = -2.17606e-008						
[0108]	A8 = -1.41631e-008						
[0109]	第十七表面						
[0110]	K = 1.06337e+002 A4 = 8.76505e-005 A6 = 1.48376e-007						
[0111]	各种数据						
[0112]	变焦比	28.63					
[0113]	焦距	4.40	12.24	126.00	5.68	26.26	76.00
[0114]	F 数	2.87	4.11	5.79	3.18	4.60	5.16
[0115]	场角	38.40	17.57	1.76	34.31	8.39	2.92
[0116]	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
[0117]	透镜总长	91.73	90.55	144.33	88.12	108.36	136.59
[0118]	BF	7.98	8.61	10.47	7.22	15.02	18.23
[0119]	d5	0.70	17.48	70.12	3.76	37.03	62.97
[0120]	d13	33.95	15.3	41.50	28.34	6.23	1.78
[0121]	d15	8.09	1.50	1.50	5.44	2.32	2.24
[0122]	d22	1.49	8.33	7.24	3.07	11.20	8.59
[0123]	d24	6.62	6.38	20.60	7.40	3.66	9.86
[0124]	d26	6.32	6.95	8.81	5.56	13.36	16.57
[0125]	变焦透镜单元数据						
[0126]	开始						
[0127]	组	焦距					
[0128]	表面						
[0129]	1	1	94.27				
[0130]	2	6	-9.71				
[0131]	3	16	16.49				
[0132]	4	23	-49.37				
[0133]	5	25	42.00				
[0134]	(数值实施例 2)						
[0135]	单位 mm						
[0136]	表面数据						
[0137]	表面号	r	d	nd	vd		
[0138]	1	200.339	1.70	1.80610	33.3		
[0139]	2	55.193	4.80	1.49700	81.5		
[0140]	3	-405.444	0.20				
[0141]	4	57.441	3.60	1.77250	49.6		
[0142]	5	290.583	(可变)				
[0143]	6	45.040	1.00	1.88300	40.8		

[0144]	7	8.549	3.00				
[0145]	8	46.494	0.80	1.88300	40.8		
[0146]	9	15.757	2.40				
[0147]	10	-32.583	0.70	1.88300	40.8		
[0148]	11	-203.364	0.20				
[0149]	12	20.052	2.20	1.94595	18.0		
[0150]	13	139.009	(可变)				
[0151]	14(光阑)	∞	0.00				
[0152]	15	∞	(可变)				
[0153]	16 *	10.224	3.00	1.58313	59.4		
[0154]	17 *	-110.324	3.13				
[0155]	18	33.261	0.70	1.84666	23.9		
[0156]	19	10.270	0.50				
[0157]	20	29.207	2.00	1.48749	70.2		
[0158]	21	-19.306	0.30				
[0159]	22(杂光截止光阑)	∞	(可变)				
[0160]	23	21.830	2.00	1.48749	70.2		
[0161]	24	87.057	(可变)				
[0162]	25	∞	1.00	1.51633	64.1		
[0163]	26	∞					
[0164]	像面	∞					
[0165]	非球面数据						
[0166]	第十六表面						
[0167]	$K = -1.98557\text{e}+000A \quad 4 = 1.18348\text{e}-004A \quad 6 = -4.37232\text{e}-007$						
[0168]	$A \quad 8 = -2.02908\text{e}-009$						
[0169]	第十七表面						
[0170]	$K = 1.66321\text{e}+002A \quad 4 = 2.36275\text{e}-005$						
[0171]	各种数据						
[0172]	变焦比	28.63					
[0173]	焦距	4.40	13.75	126.00	5.83	33.00	68.24
[0174]	F 数	2.87	4.03	6.00	3.09	4.78	5.16
[0175]	场角	38.40	15.73	1.76	33.62	6.70	3.25
[0176]	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
[0177]	透镜总长	90.90	95.70	149.00	88.57	117.71	137.72
[0178]	BF	11.46	19.01	12.45	12.16	25.50	23.94
[0179]	d5	0.70	23.54	70.65	5.18	46.11	62.26
[0180]	d13	28.62	13.80	1.50	24.18	6.14	2.54
[0181]	d15	13.40	1.79	1.50	8.97	1.64	2.22
[0182]	d22	4.50	5.33	30.67	5.85	6.09	14.53

[0183]	d24	9.80	17.35	10.79	10.50	23.84	22.28
[0184]	变焦透镜单元数据						
[0185]	开始						
[0186]	组		焦距				
[0187]		表面					
[0188]	1	1	94.82				
[0189]	2	6	-10.14				
[0190]	3	16	19.71				
[0191]	4	23	59.17				
[0192]	(数值实施例 3)						
[0193]	单位 mm						
[0194]	表面数据						
[0195]	表面号	r	d	nd	vd		
[0196]	1	201.982	1.70	1.80610	33.3		
[0197]	2	55.176	4.80	1.49700	81.5		
[0198]	3	-400.383	0.20				
[0199]	4	57.434	3.60	1.77250	49.6		
[0200]	5	289.310	(可变)				
[0201]	6	45.476	1.00	1.88300	40.8		
[0202]	7	8.621	3.00				
[0203]	8	45.507	0.80	1.88300	40.8		
[0204]	9	15.484	2.40				
[0205]	10	-31.976	0.70	1.88300	40.8		
[0206]	11	-209.188	0.20				
[0207]	12	20.238	2.20	1.94595	18.0		
[0208]	13	165.651	(可变)				
[0209]	14(光阑)	∞	0.00				
[0210]	15	∞	(可变)				
[0211]	16 [*]	10.476	3.00	1.58313	59.4		
[0212]	17 [*]	-109.714	3.19				
[0213]	18	33.725	0.70	1.84666	23.9		
[0214]	19	10.497	0.50				
[0215]	20	27.571	2.00	1.48749	70.2		
[0216]	21	-19.367	0.30				
[0217]	22(杂光截止光阑)	∞	(可变)				
[0218]	23	22.820	2.00	1.48749	70.2		
[0219]	24	52.535	(可变)				
[0220]	25	61.754	1.50	1.48749	70.2		
[0221]	26	234.087	(可变)				

[0222]	27	∞	1.00	1.51633	64.1		
[0223]	28	∞					
[0224]	像面	∞					
[0225]	非球面数据						
[0226]	第十六表面						
[0227]	K = -2.02238e+000 A4 = 1.16754e-004 A6 = -3.86292e-007						
[0228]	A8 = -2.33352e-009						
[0229]	第十七表面						
[0230]	K = 1.53505e+002 A4 = 2.84066e-005						
[0231]	各种数据						
[0232]	变焦比	28.70					
[0233]	焦距	4.39	13.56	126.00	5.78	32.76	68.05
[0234]	F 数	2.87	3.97	6.00	3.09	4.79	5.21
[0235]	场角	38.47	15.95	1.76	33.82	6.75	3.26
[0236]	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
[0237]	透镜总长	92.51	97.12	150.34	90.12	119.05	139.05
[0238]	BF	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81
[0239]	d	50.70	23.36	70.50	5.12	45.90	62.08
[0240]	d13	28.06	14.45	1.54	24.04	6.85	2.88
[0241]	d15	14.55	1.81	1.76	9.74	1.50	2.29
[0242]	d22	5.61	4.75	34.50	6.80	4.39	13.57
[0243]	d24	3.00	12.14	1.45	3.82	19.82	17.63
[0244]	d26	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15
[0245]	变焦透镜单元数据						
[0246]	开始						
[0247]	组	焦距					
[0248]	表面						
[0249]	1	1	95.06				
[0250]	2	6	-10.16				
[0251]	3	16	19.64				
[0252]	4	23	80.97				
[0253]	5	25	171.58				
[0254]	(数值实施例 4)						
[0255]	单位 mm						
[0256]	表面数据						
[0257]	表面号 r	d	nd	vd			
[0258]	1	307.978	1.70	1.80610	33.3		
[0259]	2	85.602	3.80	1.49700	81.5		
[0260]	3	-610.374	0.20				

[0261]	4	75.989	3.00	1.77250	49.6		
[0262]	5	228.098	(可变)				
[0263]	6	28.794	1.00	1.88300	40.8		
[0264]	7	9.652	2.80				
[0265]	8	20.368	0.80	1.88300	40.8		
[0266]	9	13.623	3.50				
[0267]	10	-34.305	0.70	1.88300	40.8		
[0268]	11	56.477	0.20				
[0269]	12	22.818	2.20	1.94595	18.0		
[0270]	13	394.804	(可变)				
[0271]	14(光阑)	∞	0.00				
[0272]	15	∞	(可变)				
[0273]	16 *	10.237	3.00	1.58313	59.4		
[0274]	17 *	-79.569	1.82				
[0275]	18	31.410	0.70	1.84666	23.9		
[0276]	19	11.348	0.90				
[0277]	20	35.371	2.00	1.48749	70.2		
[0278]	21	-19.032	0.30				
[0279]	22(杂光截止光阑)	∞	(可变)				
[0280]	23	18.619	1.00	1.48749	70.2		
[0281]	24	10.303	(可变)				
[0282]	25	14.182	2.00	1.48749	70.2		
[0283]	26	32.840	(可变)				
[0284]	27	∞	1.00	1.51633	64.1		
[0285]	28	∞					
[0286]	像面	∞					
[0287]	非球面数据						
[0288]	第十六表面						
[0289]	K = -1.63057e+000 A4 = 7.79666e-005 A6 = 1.05864e-008						
[0290]	A8 = -1.53239e-009						
[0291]	第十七表面						
[0292]	K = 2.52046e+001 A4 = 4.21229e-005						
[0293]	各种数据						
[0294]	变焦比	40.83					
[0295]	焦距	4.41	13.71	179.98	5.81	35.23	82.24
[0296]	F 数	2.63	4.80	8.46	3.16	5.90	6.62
[0297]	场角	38.35	15.78	1.23	33.69	6.28	2.70
[0298]	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
[0299]	透镜总长	100.91	108.27	199.75	97.50	144.21	179.24

[0300]	BF	10.12	16.60	8.39	10.88	24.18	23.63				
[0301]	d5	0.70	27.91	110.83	4.81	63.99	94.03				
[0302]	d13	37.93	15.77	1.40	31.21	5.74	2.03				
[0303]	d15	14.23	4.71	1.41	10.64	3.98	3.15				
[0304]	d22	2.36	2.08	18.57	1.64	5.90	12.70				
[0305]	d24	3.95	9.58	27.53	6.71	8.80	12.08				
[0306]	d26	8.46	14.94	6.73	9.22	22.52	21.97				
[0307]	变焦透镜单元数据										
[0308]	开始										
[0309]	组	焦距									
[0310]	表面										
[0311]	1	1	150.00								
[0312]	2	6	-11.68								
[0313]	3	16	17.90								
[0314]	4	23	-49.26								
[0315]	5	25	49.47								
[0316]	(数值实施例 5)										
[0317]	单位 mm										
[0318]	表面数据										
[0319]	表面号	r	d	nd	vd						
[0320]	1	108.712	1.60	1.80610	33.3						
[0321]	2	47.557	4.40	1.49700	81.5						
[0322]	3	3130.394	0.20								
[0323]	4	49.171	3.50	1.63854	55.4						
[0324]	5	260.112	(可变)								
[0325]	6	73.003	1.00	1.88300	40.8						
[0326]	7	8.761	2.50								
[0327]	8	24.738	0.80	1.88300	40.8						
[0328]	9	12.160	2.70								
[0329]	10	-26.193	0.70	1.83481	42.7						
[0330]	11	1132.750	0.20								
[0331]	12	20.450	2.00	1.94595	18.0						
[0332]	13	1069.346	(可变)								
[0333]	14(光阑)	∞	0.00								
[0334]	15	∞	(可变)								
[0335]	16 [*]	9.088	3.00	1.58313	59.4						
[0336]	17 [*]	-95.386	2.26								
[0337]	18	25.376	0.70	1.84666	23.9						
[0338]	19	8.716	0.50								

[0339]	20	16.452	2.00	1.48749	70.2		
[0340]	21	-17.657	0.30				
[0341]	22	∞	(可变)				
[0342]	23	103.328	1.00	1.48749	70.2		
[0343]	24	23.001	(可变)				
[0344]	25	18.250	2.00	1.48749	70.2		
[0345]	26	202.492	(可变)				
[0346]	27	∞	1.00	1.51633	64.1		
[0347]	28	∞	(可变)				
[0348]	像面	∞					
[0349]	非球面数据						
[0350]	第十六表面						
[0351]	K = -1.34841e+000 A4 = 1.02225e-004 A6 = 2.58085e-007						
[0352]	A8 = 4.57761e-009						
[0353]	第十七表面						
[0354]	K = 3.36394e+001 A4 = 7.51650e-005						
[0355]	各种数据						
[0356]	变焦比	23.87					
[0357]	焦距	4.40	14.60	105.00	5.78	40.51	86.13
[0358]	F 数	2.85	4.41	6.00	3.14	5.22	5.41
[0359]	场角	38.41	14.86	2.11	33.82	5.46	2.58
[0360]	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
[0361]	透镜总长	81.46	89.10	138.23	79.12	114.80	134.20
[0362]	BF	7.87	14.99	10.37	8.99	20.90	15.03
[0363]	d5	0.70	23.51	62.17	4.61	47.46	60.69
[0364]	d13	31.32	10.24	1.53	24.26	3.40	1.50
[0365]	d15	3.74	1.50	1.50	2.92	1.55	1.68
[0366]	d22	2.17	4.59	5.45	2.66	5.22	5.21
[0367]	d24	4.31	2.92	25.85	4.31	4.92	18.74
[0368]	d26	6.21	13.33	8.71	7.33	19.24	13.37
[0369]	变焦透镜单元数据						
[0370]	开始						
[0371]	组	焦距					
[0372]	表面						
[0373]	1	1	88.47				
[0374]	2	6	-9.16				
[0375]	3	16	15.69				
[0376]	4	23	-60.94				
[0377]	5	25	41.00				

[0378]	(数值实施例 6)				
[0379]	单位 mm				
[0380]	表面数据				
[0381]	表面号	r	d	nd	vd
[0382]	1	340.091	1.70	1.80610	33.3
[0383]	2	84.993	4.00	1.49700	81.5
[0384]	3	-381.518	0.20		
[0385]	4	71.329	3.20	1.77250	49.6
[0386]	5	202.443	(可变)		
[0387]	6	29.162	1.00	1.88300	40.8
[0388]	7	9.781	2.60		
[0389]	8	21.139	0.80	1.88300	40.8
[0390]	9	12.616	3.50		
[0391]	10	-32.545	0.70	1.88300	40.8
[0392]	11	78.404	0.20		
[0393]	12	23.282	2.20	1.94595	18.0
[0394]	13	1165.084	(可变)		
[0395]	14(光阑)	∞	0.00		
[0396]	15	∞	(可变)		
[0397]	16 [*]	10.449	3.00	1.58313	59.4
[0398]	17 [*]	-78.459	2.21		
[0399]	18	32.505	0.70	1.84666	23.9
[0400]	19	11.179	0.70		
[0401]	20	25.703	2.00	1.48749	70.2
[0402]	21	-22.670	0.30		
[0403]	22(杂光截止光阑)	∞	(可变)		
[0404]	23	16.271	1.00	1.48749	70.2
[0405]	24	10.044	(可变)		
[0406]	25	13.957	2.00	1.48749	70.2
[0407]	26	38.035	(可变)		
[0408]	27	∞	1.00	1.51633	64.1
[0409]	28	∞			
[0410]	像面	∞			
[0411]	非球面数据				
[0412]	第十六表面				
[0413]	K = -1.30931e+000 A4 = 3.70640e-005 A6 = 2.68934e-008				
[0414]	A8 = -1.22390e-009				
[0415]	第十七表面				
[0416]	K = 5.76692e+001 A4 = 3.67189e-005				

[0417]	各种数据						
[0418]	变焦比	34.07					
[0419]	焦距	4.40	13.59	150.00	5.81	33.76	75.16
[0420]	F 数	2.50	4.42	7.51	2.98	5.37	6.09
[0421]	场角	38.39	15.92	1.48	33.72	6.55	2.95
[0422]	像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
[0423]	透镜总长	99.61	105.16	189.40	95.97	138.17	170.48
[0424]	BF	9.73	15.49	12.19	10.23	22.68	22.48
[0425]	d5	0.70	26.13	101.56	4.61	59.19	86.41
[0426]	d13	34.90	13.12	1.49	28.16	4.13	1.49
[0427]	d15	15.80	6.33	1.49	12.30	5.07	3.62
[0428]	d22	2.09	2.71	19.52	1.65	6.85	13.68
[0429]	d24	4.38	9.36	21.14	7.01	8.23	10.78
[0430]	d26	8.07	13.83	10.53	8.57	21.02	20.83
[0431]	变焦透镜单元数据						
[0432]	开始						
[0433]	组	焦距					
[0434]	表面						
[0435]	1	1	140.00				
[0436]	2	6	-11.58				
[0437]	3	16	18.30				
[0438]	4	23	-56.83				
[0439]	5	25	44.03				
[0440]	(表 1)						

[0441]

条件式	实施例 1	实施例 2	实施例 3
1) $20.0 < f1/fw < 50.0$	21.4	21.5	21.7
2) $7.50 < M1/fw < 40.00$	11.95	13.20	13.17
3) $0.20 < M1/ft < 0.80$	0.42	0.46	0.46
4) $-0.150 < f2/ft < -0.010$	-0.077	-0.080	-0.081
5) $0.010 < f3/f1 < 0.250$	0.175	0.208	0.207
6) $0.01 < Tdw/ft < 1.0$	0.73	0.72	0.73
7) $0.2 < dsw/fw < 10.0$	1.84	3.04	3.31

8) $0.050 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.50$	0.132	0.134	0.139
条件式	实施例 4	实施例 5	实施例 6
1) $20.0 < f1/fw < 50.0$	34.0	20.1	31.8
2) $7.50 < M1/fw < 40.00$	22.43	12.91	20.40
3) $0.20 < M1/ft < 0.80$	0.55	0.54	0.60
4) $-0.150 < f2/ft < -0.010$	-0.065	-0.087	-0.077
5) $0.010 < f3/f1 < 0.250$	0.119	0.177	0.131
6) $0.01 < Tdw/ft < 1.0$	0.56	0.78	0.66
7) $0.2 < dsw/fw < 10.0$	3.23	0.85	3.59
8) $0.050 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.50$	0.171	0.172	0.180

[0442] 下面,将参照图 13 描述数字静态照相机的实施例,所述数字静态照相机使用在各实施例中描述的变焦透镜作为图像拾取光学系统。在图 13 中,附图标记 20 表示照相机体,附图标记 21 表示由在实施例 1 ~ 6 中描述的变焦透镜中的任一个构成的图像拾取光学系统。附图标记 22 表示诸如 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),其接收通过图像拾取光学系统 21 形成的物体图像的光。附图标记 23 表示存储器,其存储与通过固态图像拾取元件 22 执行了光电转换的物体图像对应的信息。附图标记 24 表示取景器,其由液晶显示面板等构成,并且被用于观察在固态图像拾取元件 22 上形成的物体图像。因此,本发明的变焦透镜被应用于诸如数字静态照相机之类的图像拾取装置,以实现具有高的光学性能的小尺寸图像拾取装置。

[0443] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这些变更方式和等同的结构和功能。

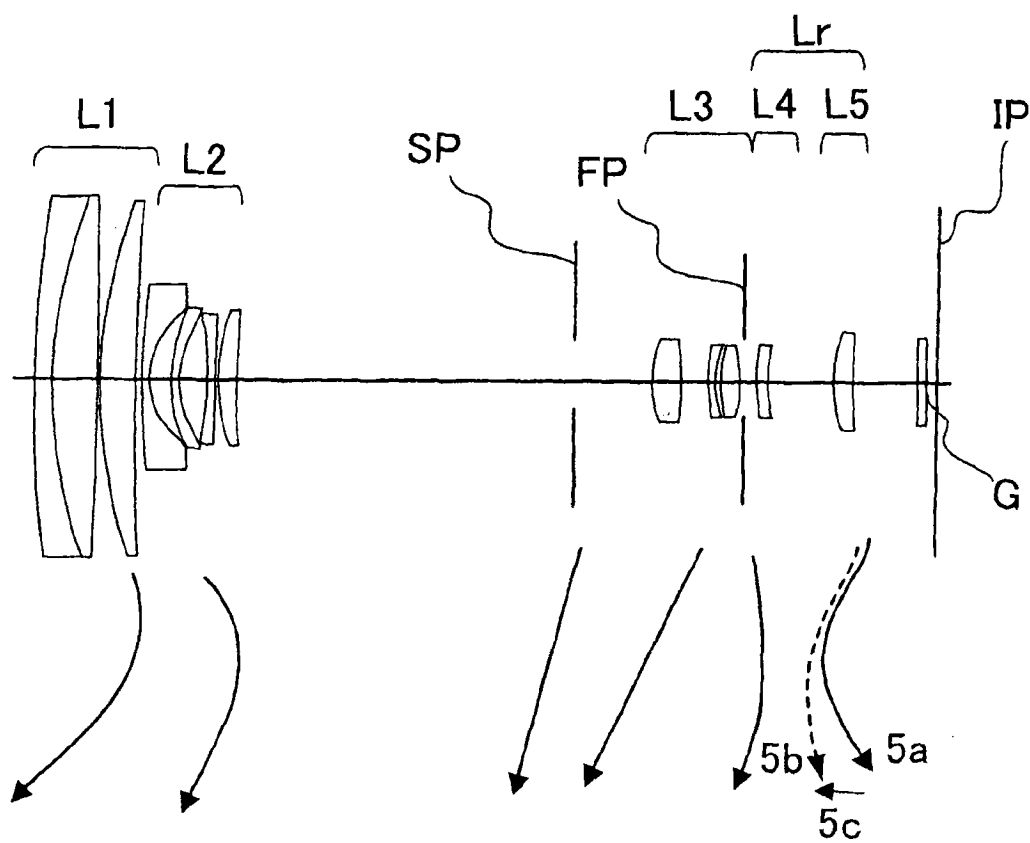


图 1

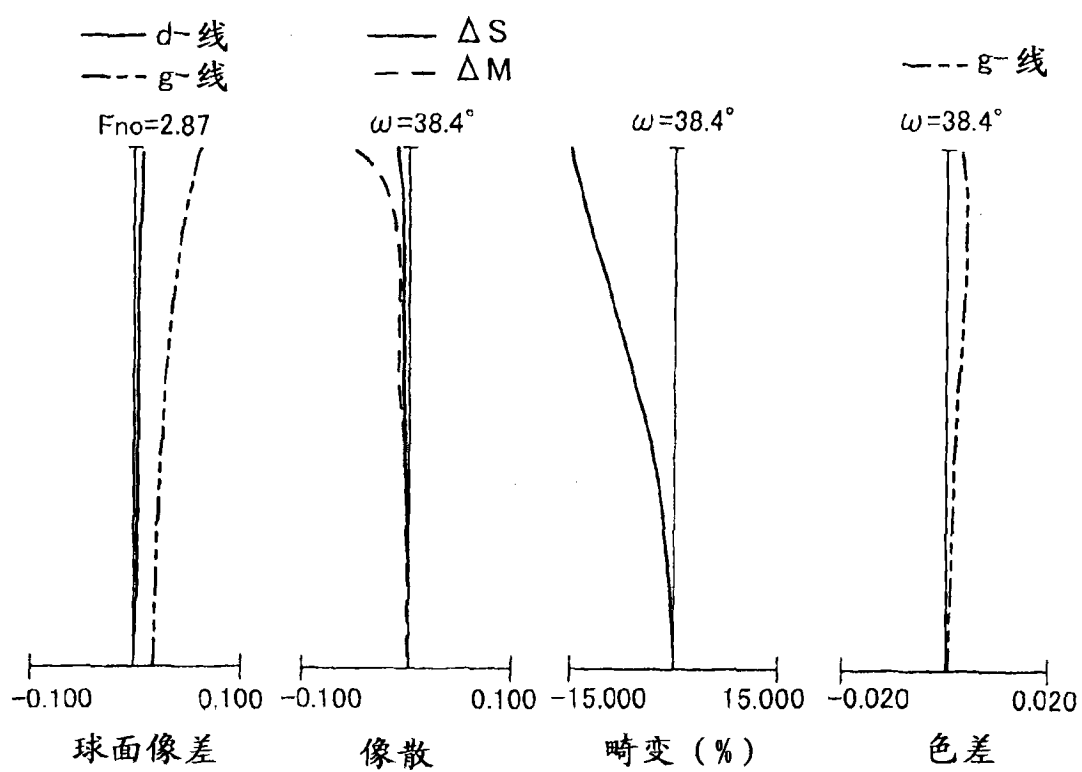


图 2A

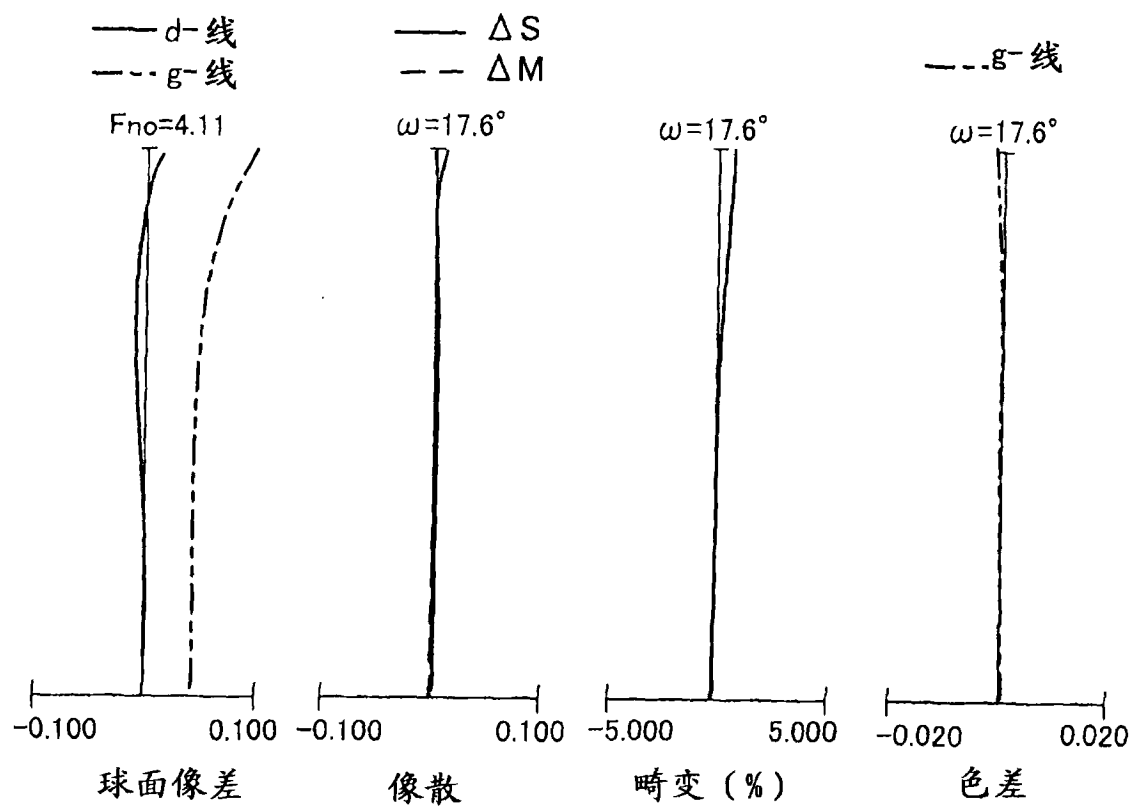


图 2B

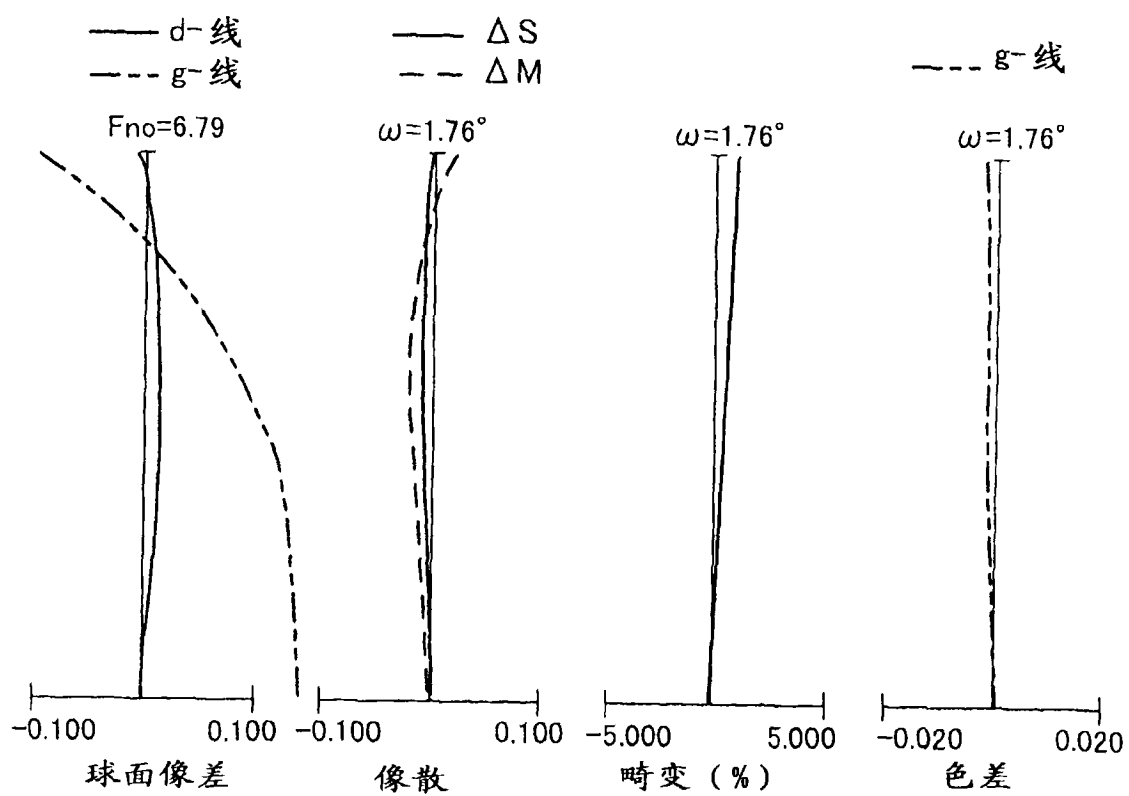


图 2C

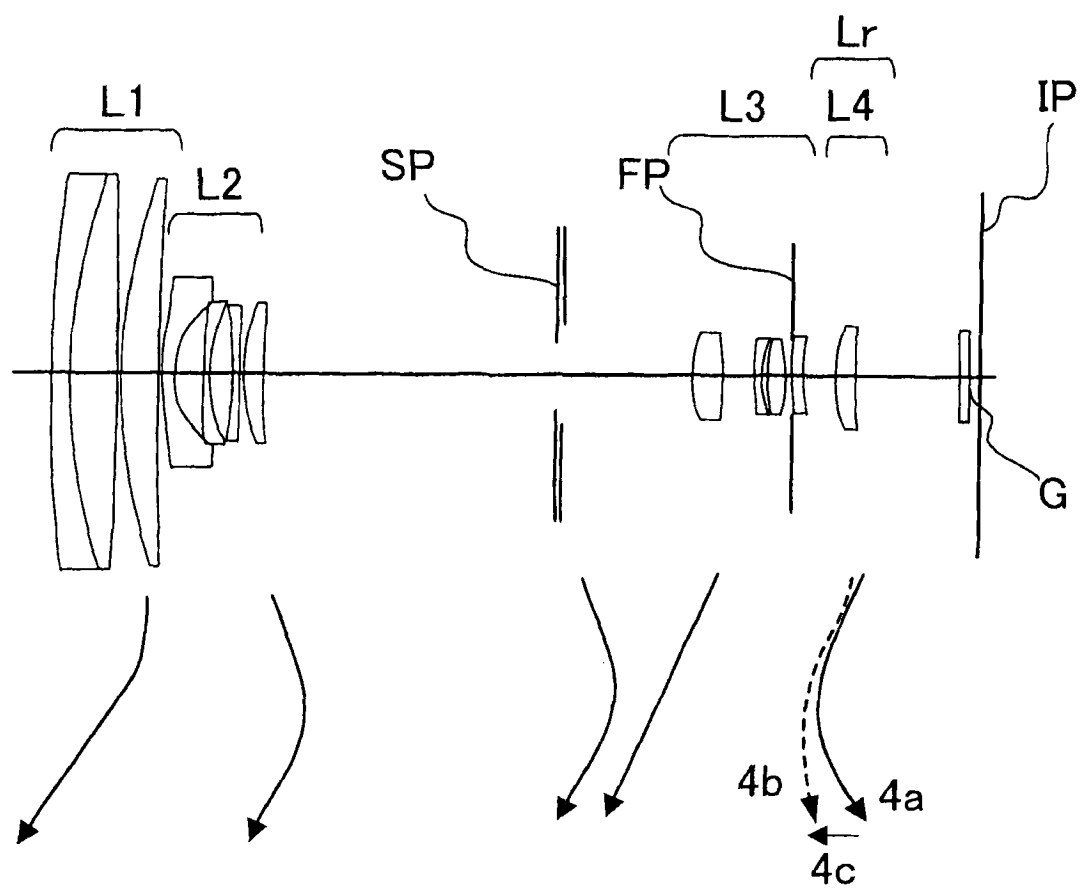


图 3

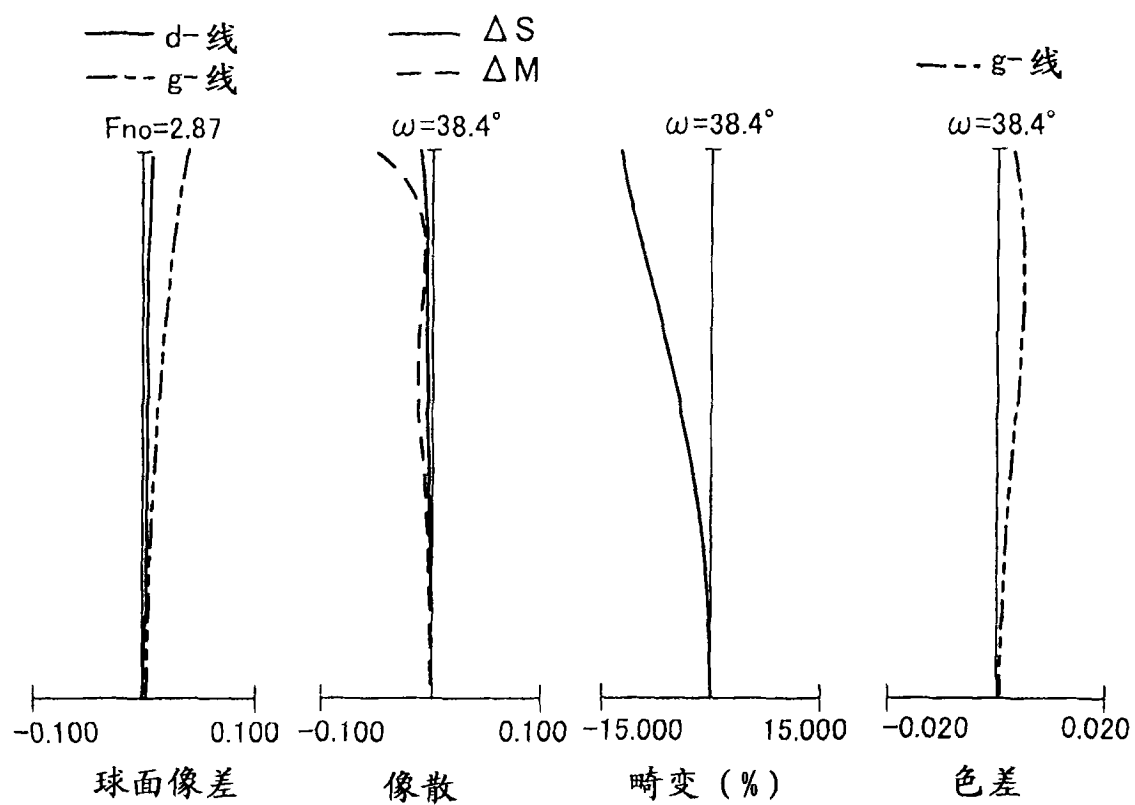


图 4A

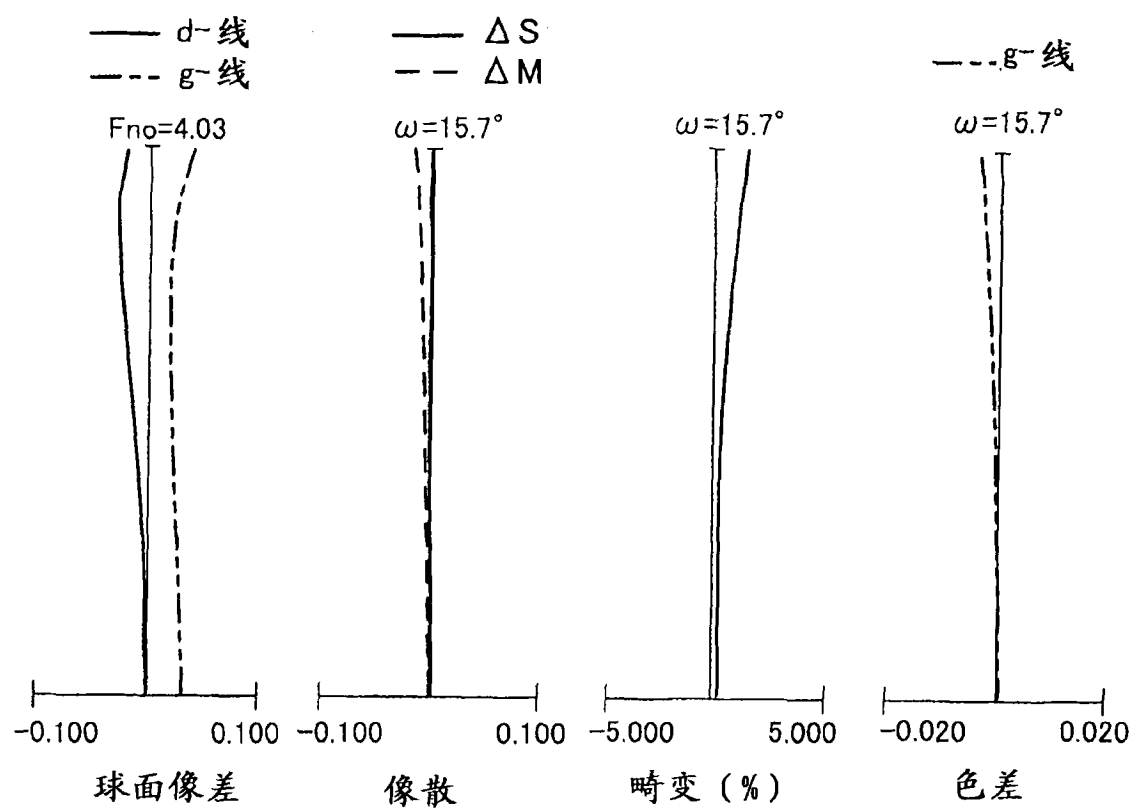


图 4B

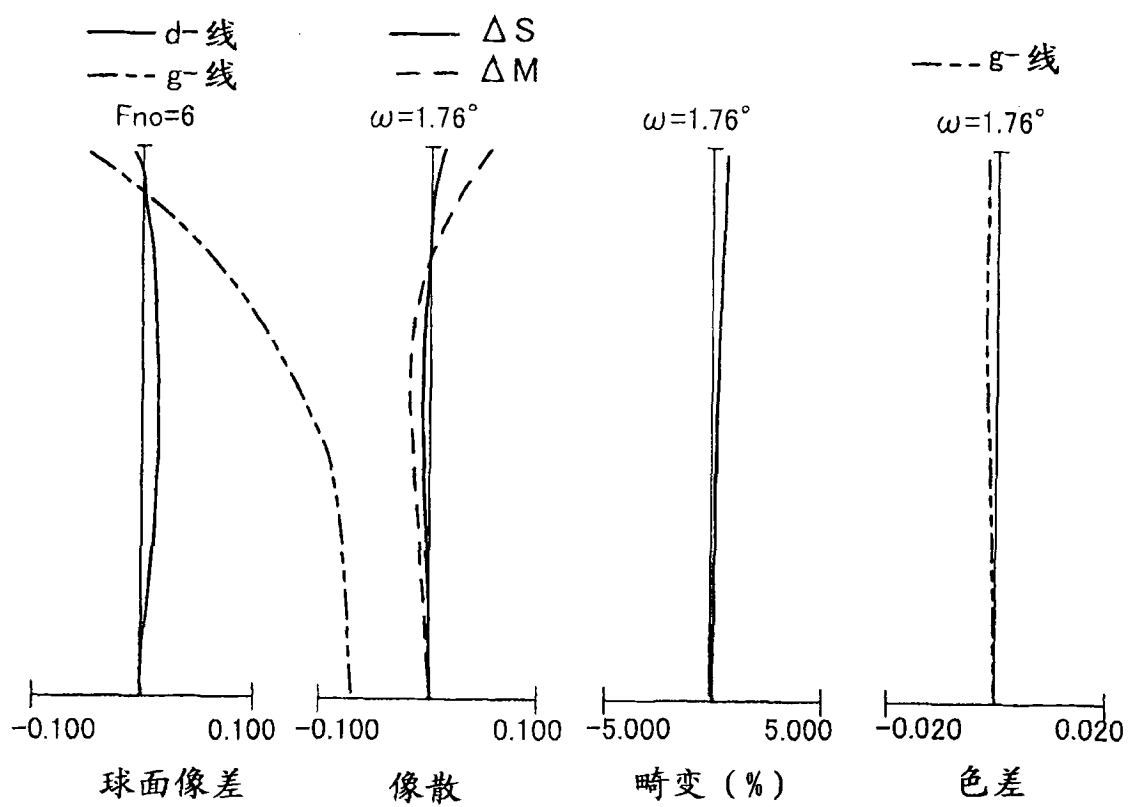


图 4C

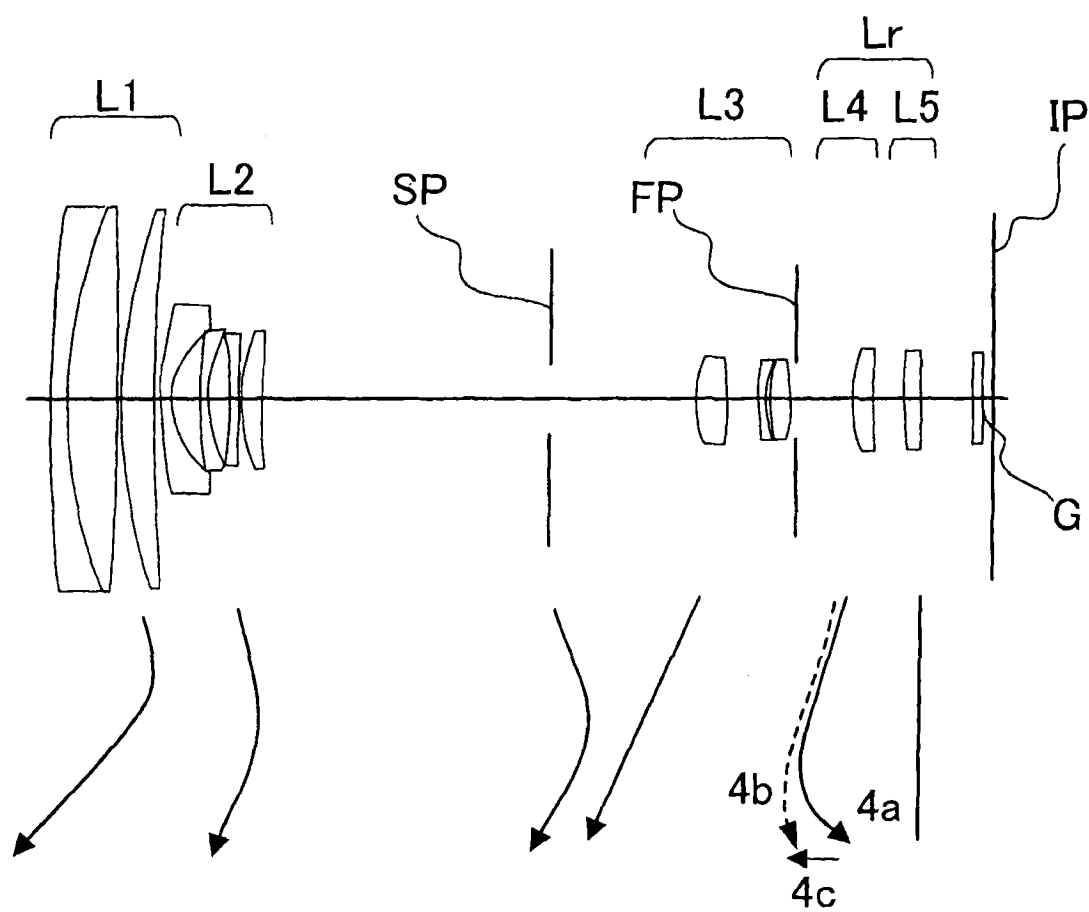


图 5

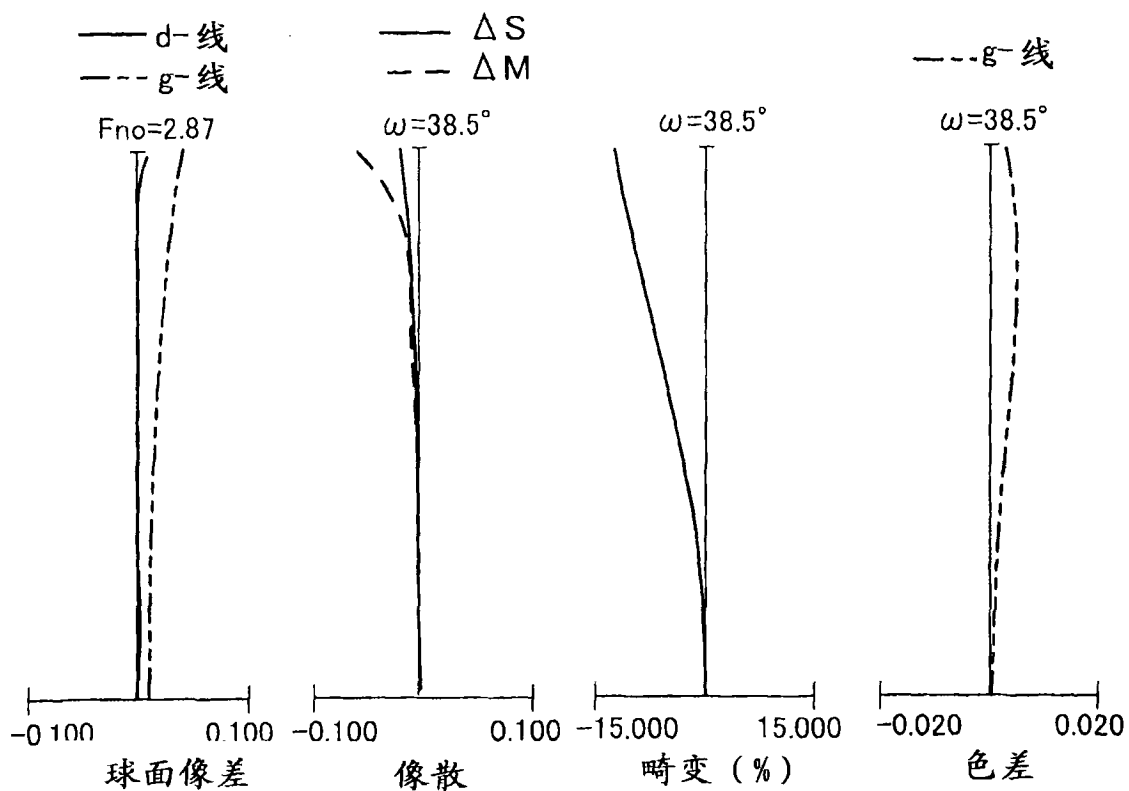


图 6A

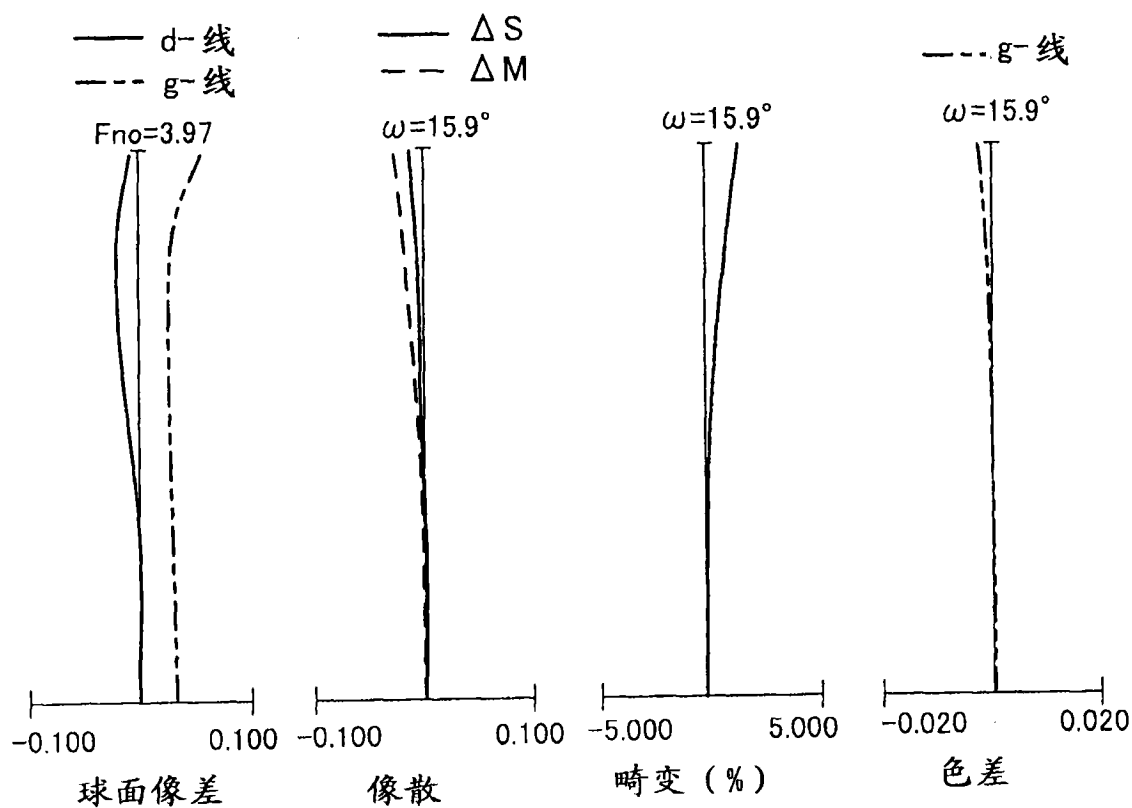


图 6B

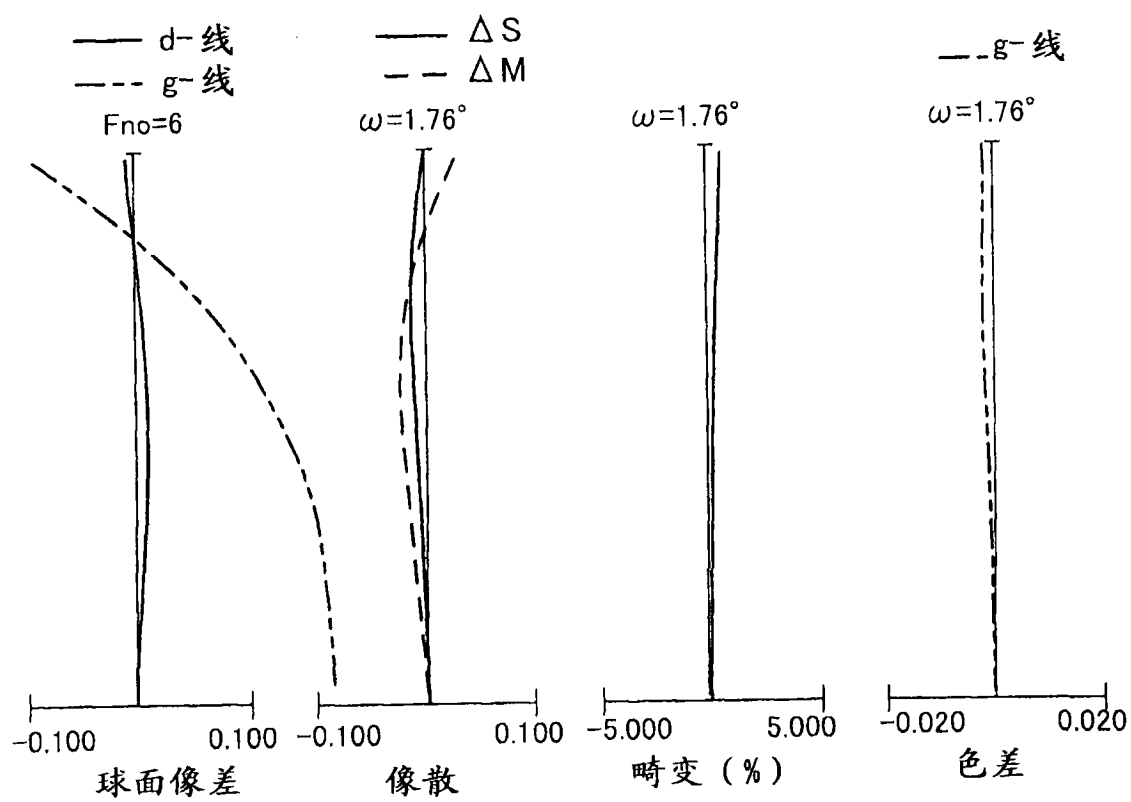


图 6C

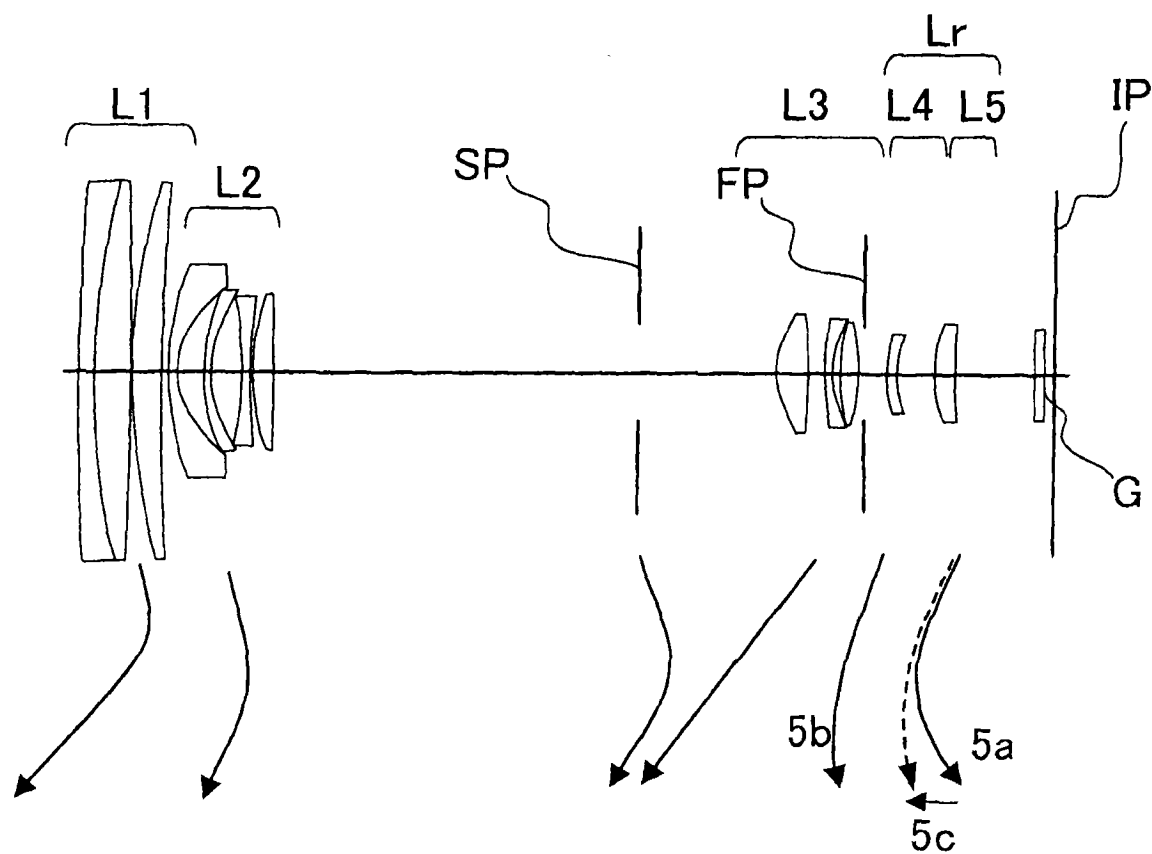


图 7

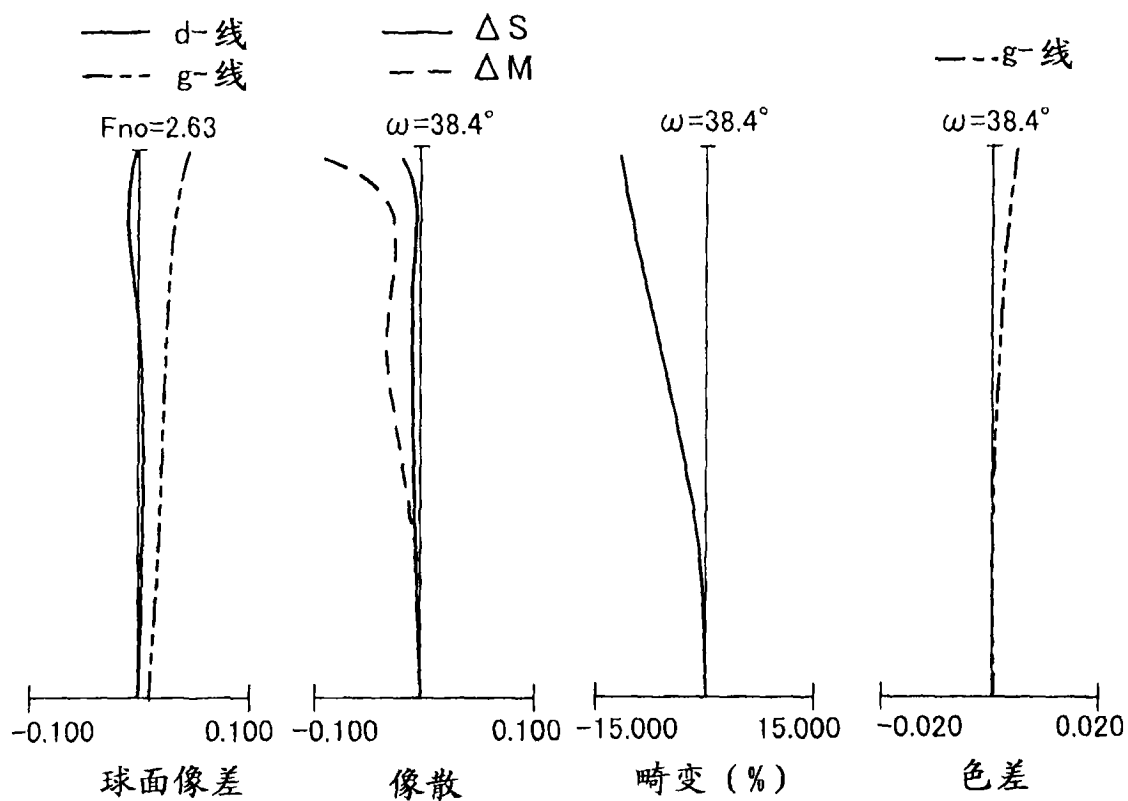


图 8A

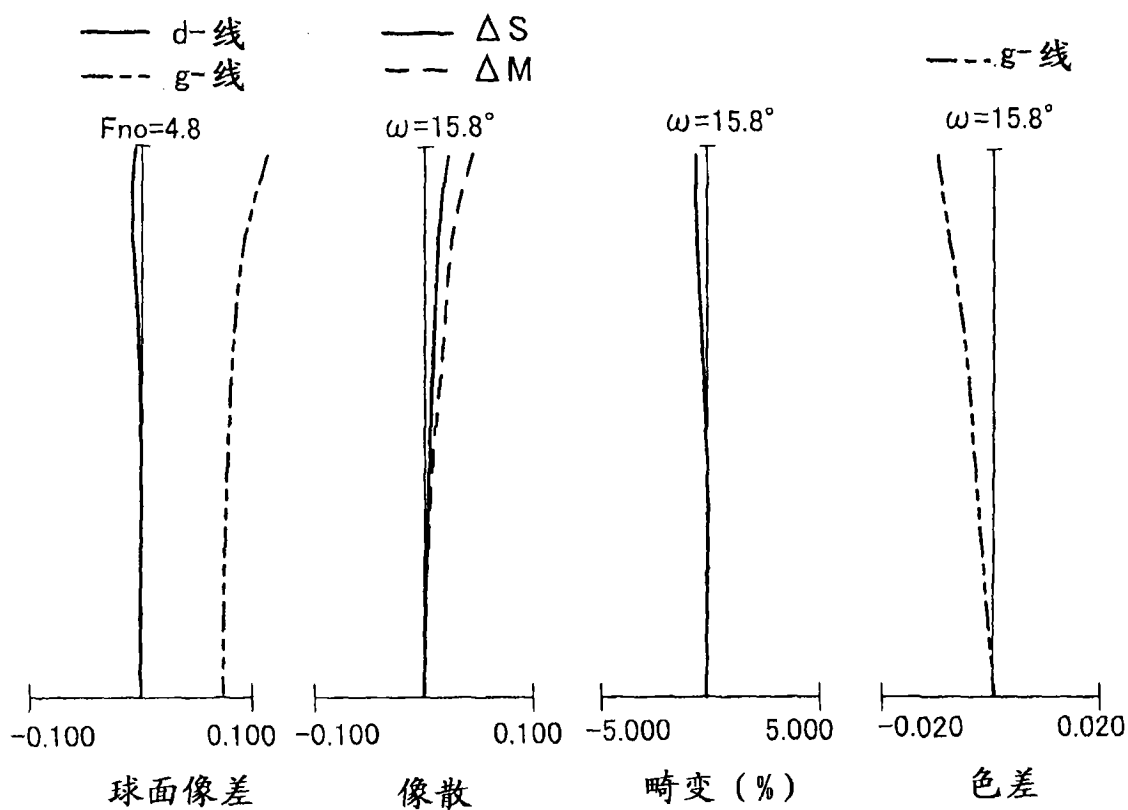


图 8B

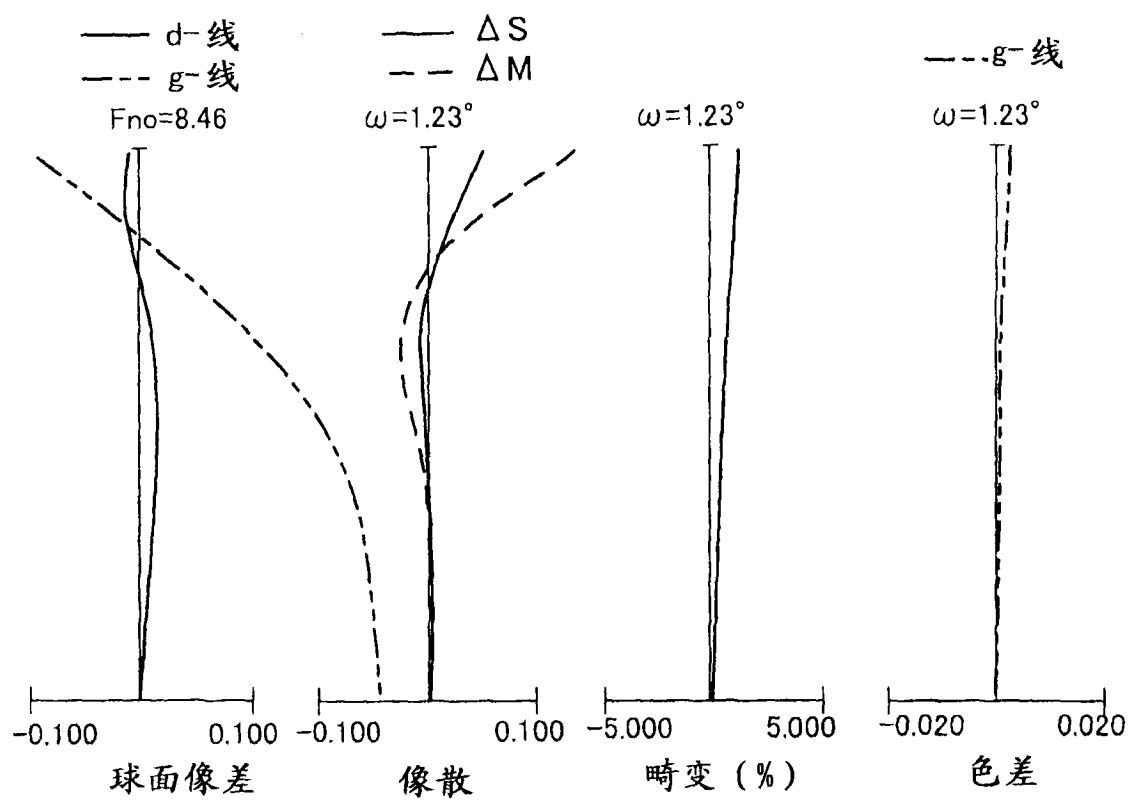


图 8C

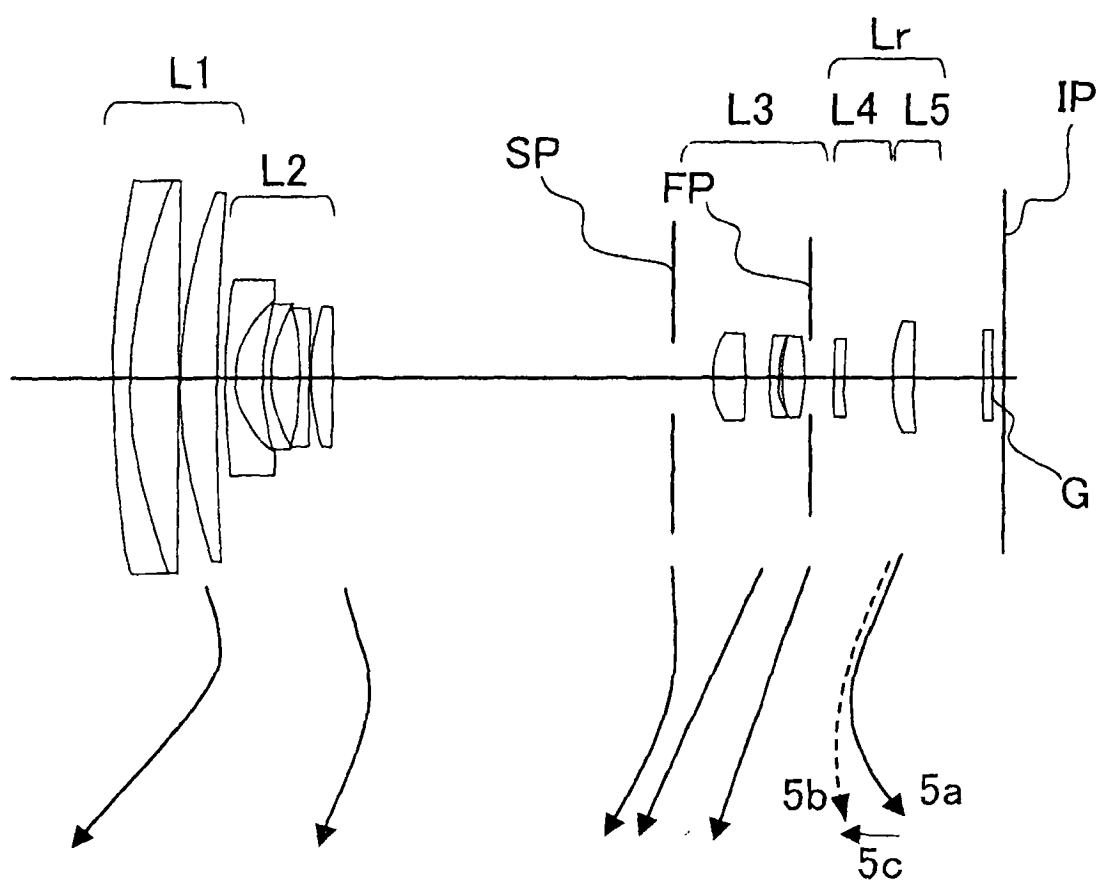


图 9

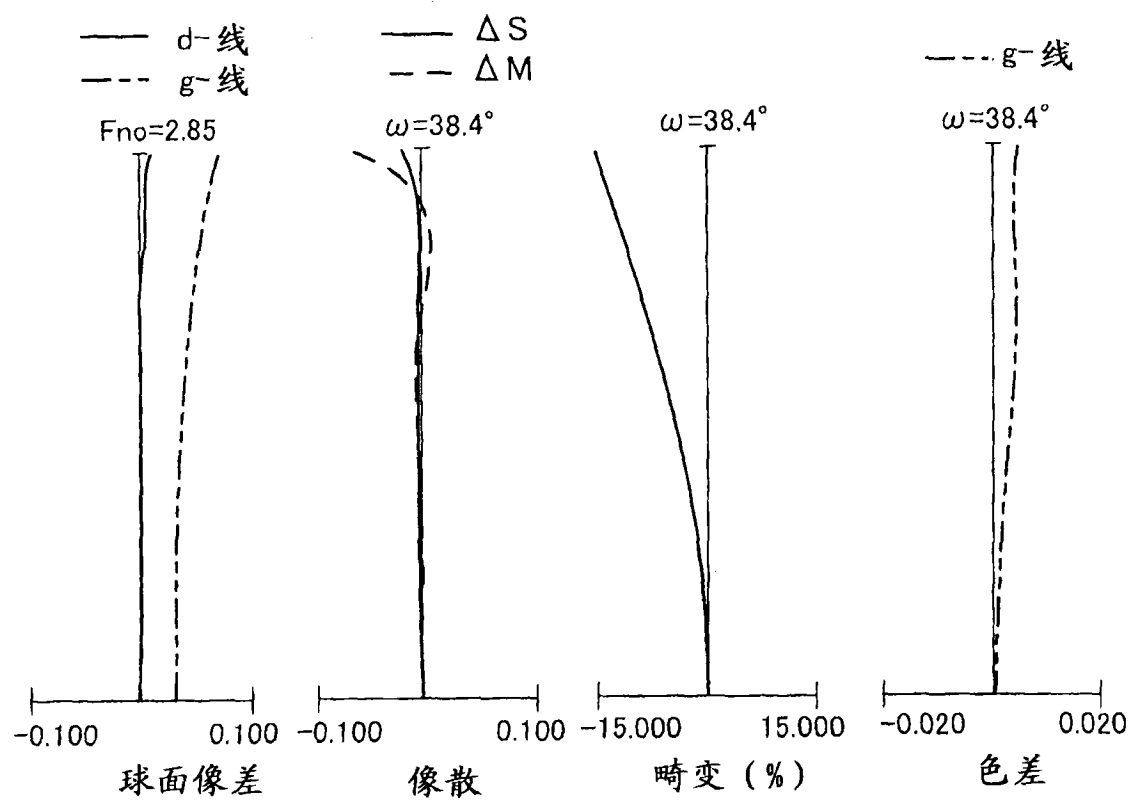


图 10A

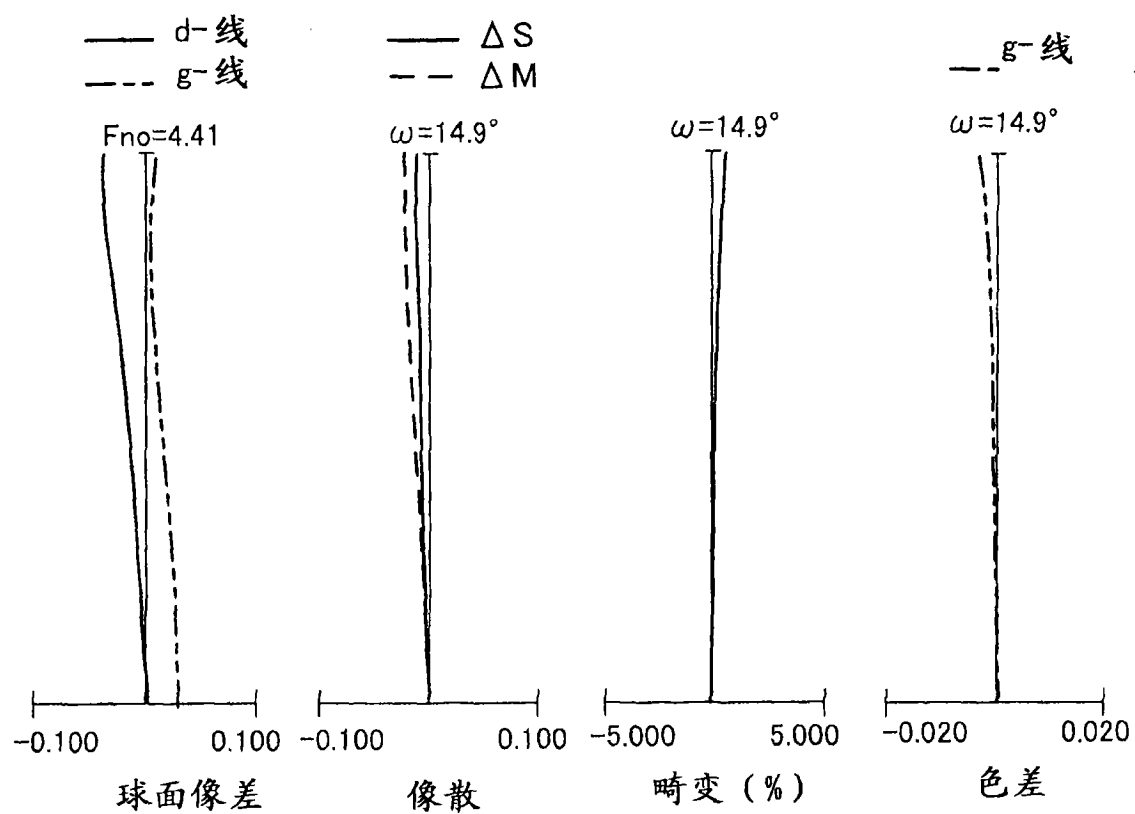


图 10B

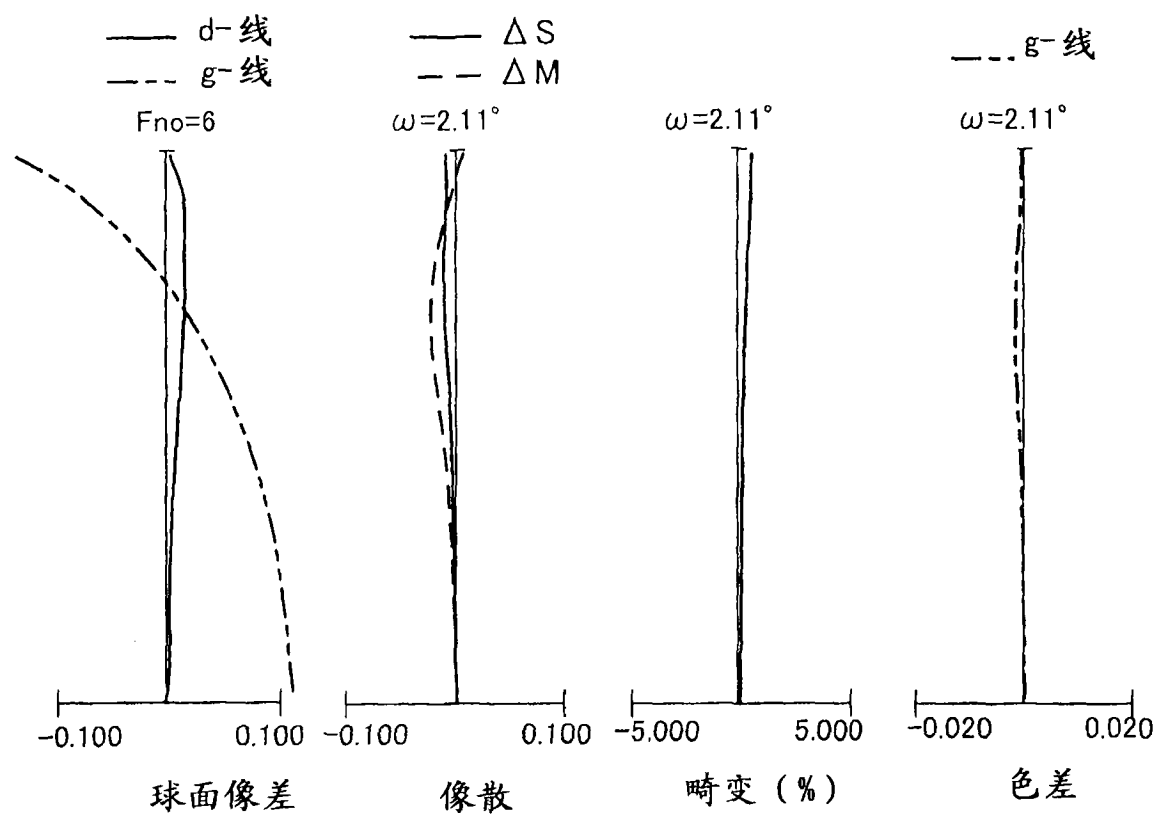


图 10C

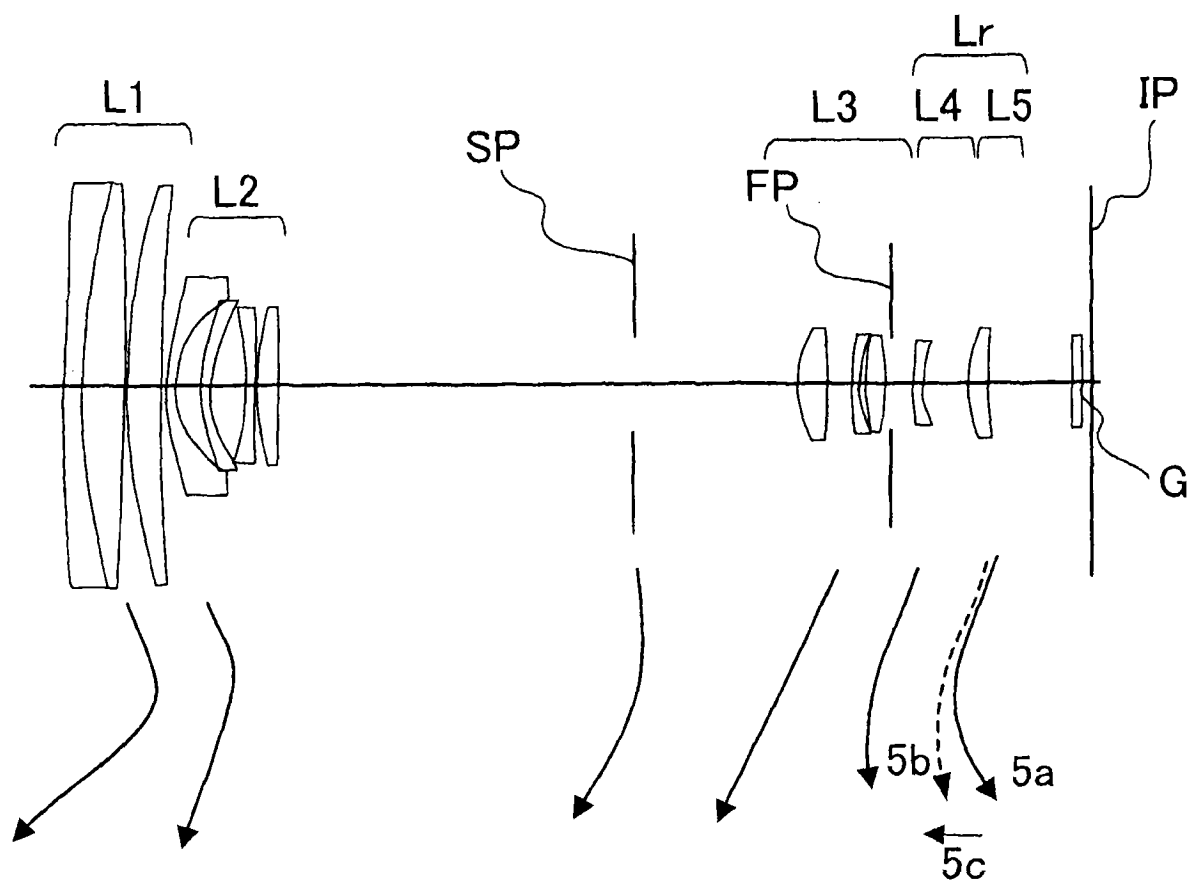


图 11

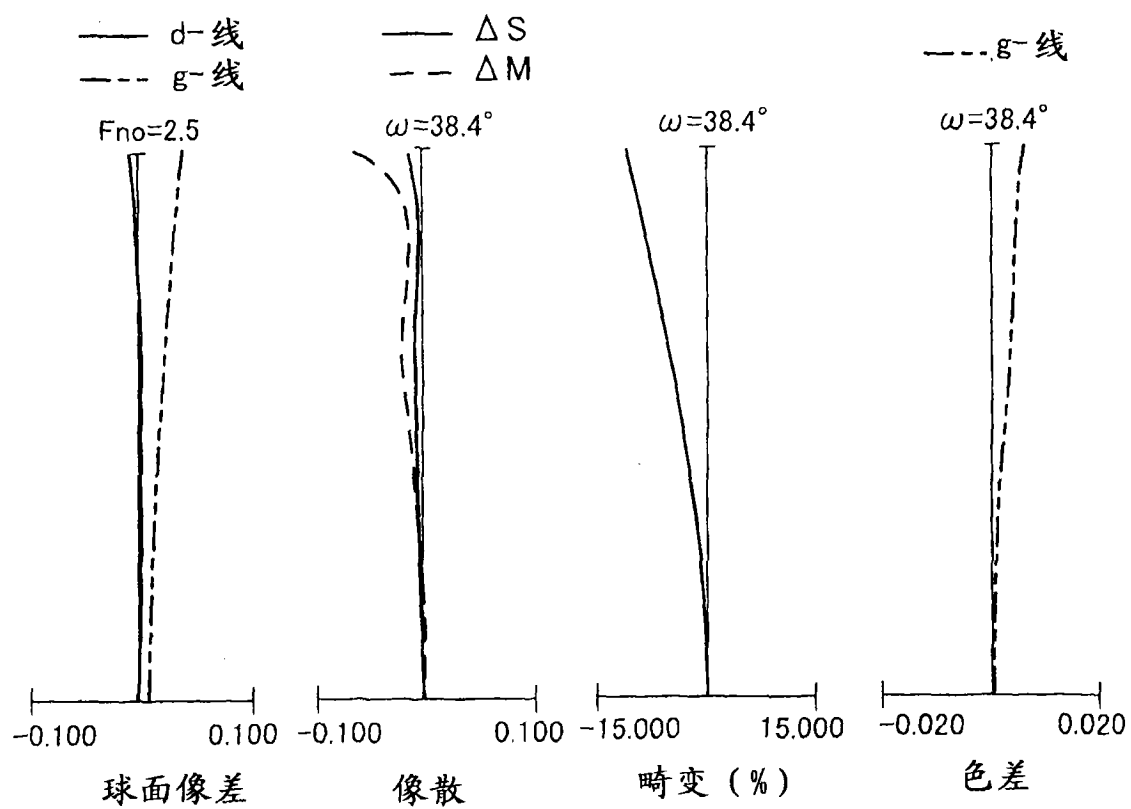


图 12A

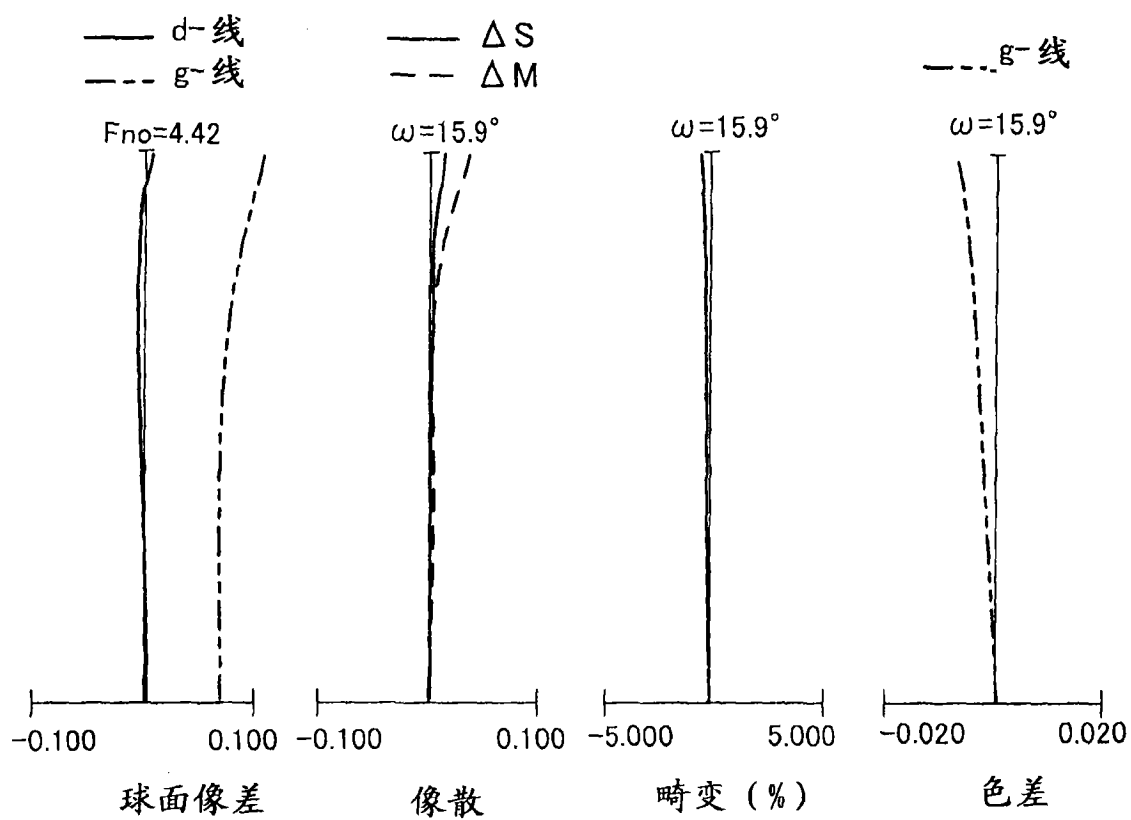


图 12B

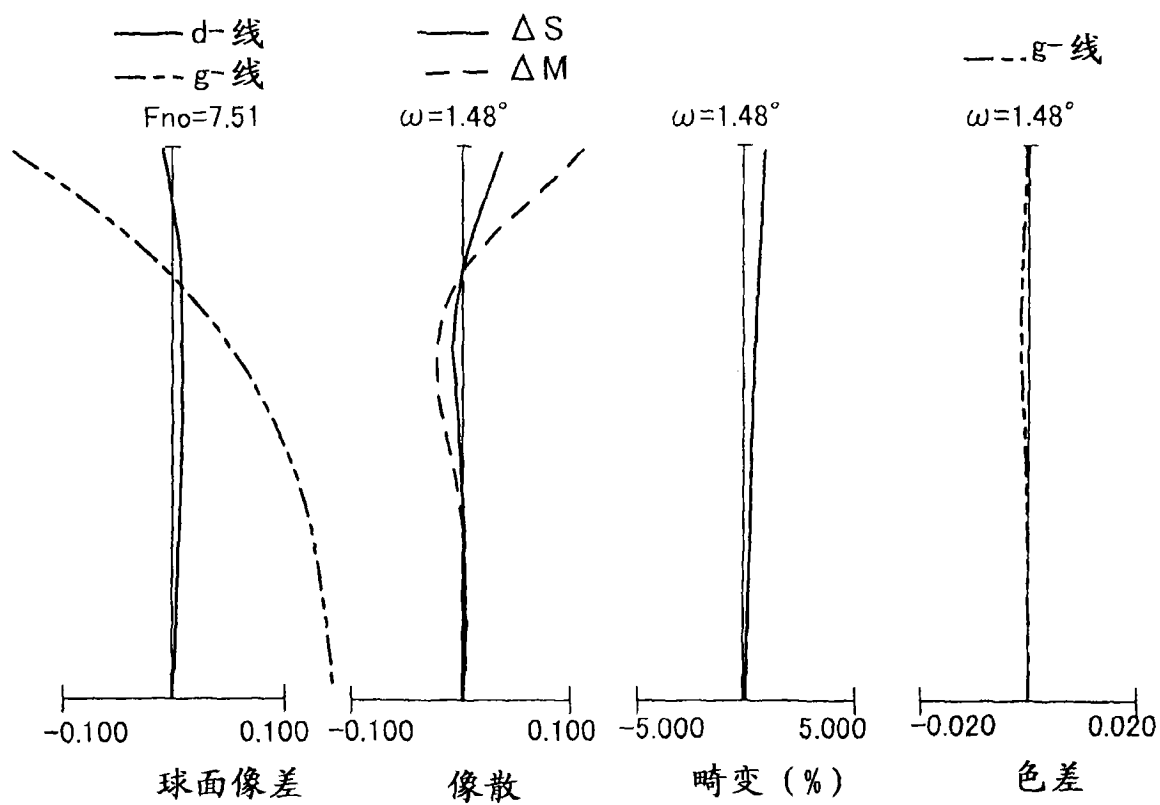


图 12C

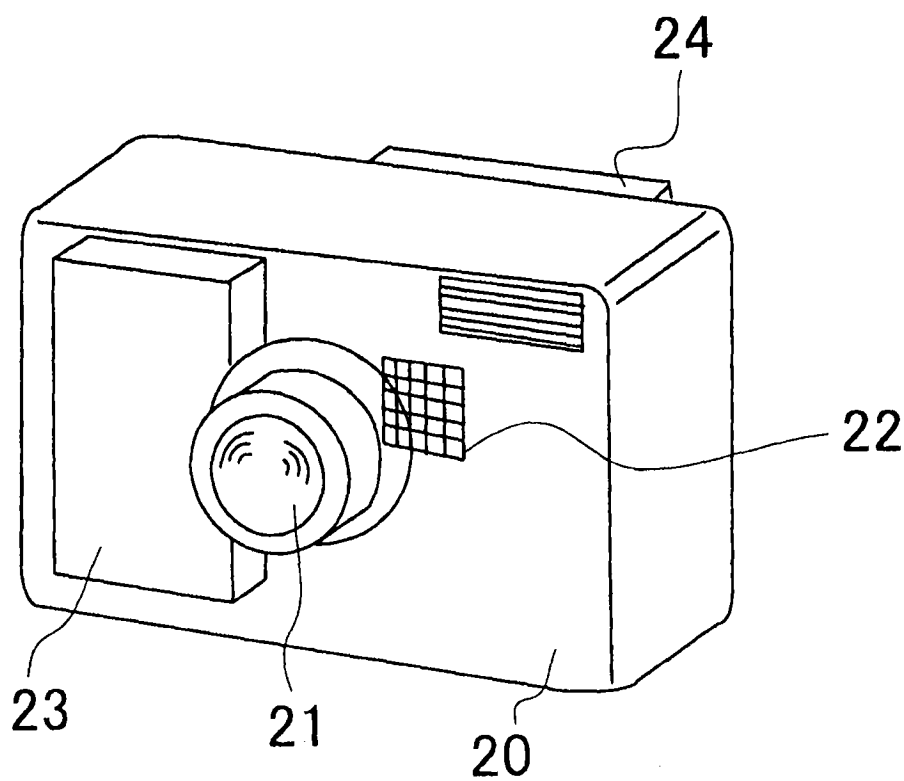


图 13