



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102445747 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201110303718. 4

CN 101644825 A, 2010. 02. 10,

(22) 申请日 2011. 09. 29

CN 101840061 A, 2010. 09. 22,

(30) 优先权数据

审查员 莫凡

2010-228571 2010. 10. 08 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 康建忠

(51) Int. Cl.

G02B 15/173 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101556371 A, 2009. 10. 14,

JP 2010026407 A, 2010. 02. 04,

CN 101363955 A, 2009. 02. 11,

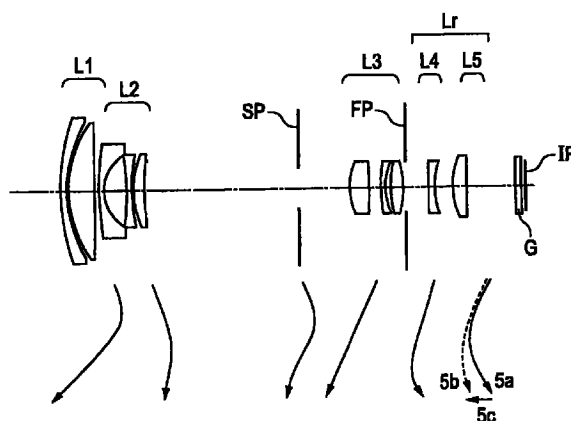
权利要求书2页 说明书28页 附图13页

(54) 发明名称

变焦透镜和配有变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明公开了变焦透镜和配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含正折光力第一透镜单元、负折光力第二透镜单元、正折光力第三透镜单元和包含一个或更多个透镜单元的后组。第一透镜单元由负透镜和正透镜构成。第一到第三透镜单元和构成后组的透镜单元在变焦时移动。第一透镜单元和第三透镜单元相对于像面移动,使得它们在望远端的各位置相对于它们在广角端的各位置向物侧位移。第一和第二透镜单元的焦距 f_1 、 f_2 以及整个系统在广角端和望远端的焦距 f_w 、 f_t 被适当地配置。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧依次包含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一个或更多个透镜单元的后组,其中,第一透镜单元由负透镜和正透镜构成,透镜单元在变焦时移动,第一透镜单元在望远端的位置相对于第一透镜单元在广角端的位置向物侧位移,第三透镜单元在望远端的位置相对于第三透镜单元在广角端的位置向物侧位移,并且,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$10.5 < f_1/f_w < 30.0, \text{ 并且,}$$

$$0.010 < |f_2/f_t| < 0.181,$$

这里, f_1 是第一透镜单元的焦距, f_2 是第二透镜单元的焦距, f_w 是所述变焦透镜在广角端的焦距,并且, f_t 是所述变焦透镜在望远端的焦距。

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.20 < |f_2/f_3| < 0.85,$$

这里, f_3 是第三透镜单元的焦距。

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$2.0 < f_3/f_w < 10.0,$$

这里, f_3 是第三透镜单元的焦距。

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.1 < T_{dw}/f_t < 1.5,$$

这里, T_{dw} 是所述变焦透镜在广角端的总长。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.1 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.4,$$

这里, β_{2w} 是第二透镜单元在广角端的横向倍率, β_{2t} 是第二透镜单元在望远端的横向倍率。

6. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.01 < D_{1G}/f_t < 0.15,$$

这里, D_{1G} 是第一透镜单元的沿光轴的厚度。

7. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述后组由按从物侧到像侧的次序的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构成。

8. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述后组由具有正折光力的第四透镜单元构成。

9. 根据权利要求 7 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.01 < |f_2/f_4| < 0.6,$$

这里, f_4 是第四透镜单元的焦距。

10. 根据权利要求 8 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.01 < |f_2/f_4| < 0.6,$$

这里, f_4 是第四透镜单元的焦距。

11. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.1 < f_{1p}/f_1 < 1.0,$$

这里, f_{1p} 是第一透镜单元中的正透镜的焦距。

12. 根据权利要求 1 的变焦透镜,还包括孔径光阑,所述孔径光阑设置在第三透镜单元

的物侧并且在变焦时沿与透镜单元的轨迹不同的轨迹移动,其中,所述变焦透镜满足以下的条件式:

$$0.5 < d_{sw}/f_w < 10.0,$$

这里, d_{sw} 是在广角端的孔径光阑和第三透镜单元之间的距离。

13. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,第三透镜单元包含一个负透镜和两个正透镜。

14. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,第三透镜单元沿具有与光轴垂直的成分的方向偏移,以由此沿与光轴垂直的方向偏移所述变焦透镜的成像位置。

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

16. 一种图像拾取装置,包括根据权利要求 1 ~ 15 中的任一项的变焦透镜和接收由所述变焦透镜形成的图像的固态图像拾取元件。

变焦透镜和配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配有该变焦透镜的图像拾取装置。本发明可适用于诸如摄像机、电子静态照相机、广播照相机和观测照相机的使用固态图像拾取元件的图像拾取装置,并且适用于诸如使用卤化银胶片的照相机的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 其中位置最接近物侧的第一透镜单元具有正折光力的正引导(positive lead)型变焦透镜是已知的。

[0003] 美国专利 No. 7206137 公开了由从物侧到像侧依次分别具有正折光力、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和由从物侧到像侧依次分别具有正折光力、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。美国专利 No. 7206137 中公开的变焦透镜具有不小于 15 的变焦比和在广角端的约 62 度的场角。美国专利 No. 7177092 公开了由从物侧起依次分别具有正折光力、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。美国专利 No. 7177092 中公开的变焦透镜具有约 10 的变焦比和在广角端的约 76 度的场角。

[0004] 为了使得变焦透镜能够回缩到照相机体中由此实现照相机在不使用时的薄型化,通常有效地是增高构成变焦透镜的透镜单元的折光力(或光焦度,等于焦距的倒数)以及减少各透镜单元中的透镜的数量。但是,如果以这种方式设计变焦透镜,那么,为了使得各透镜具有适当的边缘厚度,伴随透镜表面的折光力的增加必须增加透镜的厚度,特别地将导致前透镜直径的增加,并且不能实现透镜尺寸的令人满意的减小。并且,将导致难以校正望远端处的诸如色差的像差。

[0005] 为了同时实现高的变焦比和尺寸减小,优化透镜单元的折光力、变焦透镜的总长和变焦透镜单元的成像倍率是重要的。在上述的四单元和五单元变焦透镜中,除非适当地设定透镜单元的折光力,否则,难以在实现比 10 高的高变焦比和宽场角的同时实现良好的光学性能。

[0006] 本发明的一个目的是提供如下这样的变焦透镜,该变焦透镜具有当处于回缩状态时的薄的透镜厚度、具有宽的场角和高的变焦比、并且在整个变焦范围上实现高的光学性能。本发明的另一目的是提供配有这种变焦透镜的图像拾取装置。

发明内容

[0007] 根据本发明的变焦透镜从物侧到像侧依次包含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一个或更多个透镜单元的后组,其中,第一透镜单元由负透镜和正透镜构成,透镜单元在变焦时移动,第一透镜单元在望远端的位置相对于第一透镜单元在广角端的位置向物侧位移,第三透镜单元在望远端的位置相对于第三透镜单元在广角端的位置向物侧位移,并且,所述变焦透镜满足以下的条件式:

[0008] $10.5 < f_1/f_w < 30.0$, 并且,

[0009] $0.010 < |f_2/f_t| < 0.181$,

[0010] 这里, f_1 是第一透镜单元的焦距, f_2 是第二透镜单元的焦距, f_w 是整个系统在广角端的焦距, 并且, f_t 是整个系统在望远端的焦距。

[0011] 从参照附图对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

[0012] 图 1 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。

[0013] 图 2A、图 2B 和图 2C 分别是与本发明的第一实施例对应的数值实施例 1 的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0014] 图 3 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。

[0015] 图 4A、图 4B 和图 4C 分别是与本发明的第二实施例对应的数值实施例 2 的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0016] 图 5 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。

[0017] 图 6A、图 6B 和图 6C 分别是与本发明的第三实施例对应的数值实施例 3 的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0018] 图 7 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。

[0019] 图 8A、图 8B 和图 8C 分别是与本发明的第四实施例对应的数值实施例 4 的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0020] 图 9 是根据本发明的第五实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。

[0021] 图 10A、图 10B 和图 10C 分别是与本发明的第五实施例对应的数值实施例 5 的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0022] 图 11 是根据本发明的第六实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。

[0023] 图 12A、图 12B 和图 12C 分别是与本发明的第六实施例对应的数值实施例 6 的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0024] 图 13 是示意性示出根据本发明的图像拾取装置的相关部分的透视图。

具体实施方式

[0025] 现在将参照附图详细描述本发明的优选实施例。

[0026] 以下, 将描述根据本发明的变焦透镜和配有该变焦透镜的图像拾取装置。根据本发明的变焦透镜从物侧到像侧依次包含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含一个或更多个透镜单元的后组。第一透镜单元 L1 包含负透镜和正透镜。在变焦时, 第一到第三透镜单元和构成后组的透镜单元移动。具体地, 第一透镜单元以如下方式相对于图像拾取表面移动, 即第一透镜单元在 (变焦范围的) 望远端的位置相对于其在 (变焦范围的) 广角端的位置向物侧位移, 并且, 第三透镜单元以如下方式相对于图像拾取表面移动, 即第三透镜单元在望远端的位置相对于其在广角端的位置向物侧位移。

[0027] 图 1 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的广角端处 (即, 在最短焦距状态) 的截面图。图 2A、图 2B 和图 2C 分别示出根据第一实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位

置和望远端处（即，在最长焦距状态）的像差图。图 3 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。图 4A、图 4B 和图 4C 分别示出根据第二实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 5 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。图 6A、图 6B 和图 6C 分别示出根据第三实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 7 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。图 8A、图 8B 和图 8C 分别示出根据第四实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 9 是根据本发明的第五实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。图 10A、图 10B 和图 10C 分别示出根据第五实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 11 是根据本发明的第六实施例的变焦透镜的广角端处的截面图。图 12A、图 12B 和图 12C 分别表示根据第六实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0028] 图 13 是表示配有根据本发明的实施例的变焦透镜的照相机（或图像拾取装置）的相关部分的示意图。根据实施例的变焦透镜是可用于诸如摄像机、数字照相机和胶片照相机的图像拾取装置中的拍摄透镜系统。在变焦透镜的截面图中，物体处于左侧（前侧），并且，图像处于右侧（后侧）。在变焦透镜的截面图中，（从物侧到像侧计数）第 i 个透镜单元由 L_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 表示，并且包含一个或更多个透镜单元的后组由 L_r 表示。

[0029] 如图 1、图 3、图 5 和图 7 的截面图所示，根据第一到第四实施例的变焦透镜均具有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 以及包含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 的后组 L_r 。根据第一到第四实施例的变焦透镜是五单元正引导型变焦透镜。

[0030] 如图 9 和图 11 的截面图所示，根据第五实施例和第六实施例的变焦透镜均具有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 和包含具有正折光力的第四透镜单元 L_4 的后组 L_r 。根据第五实施例和第六实施例的变焦透镜是四单元正引导型变焦透镜。

[0031] 根据实施例的变焦透镜具有设置在第三透镜单元 L_3 的物侧的孔径光阑 SP。根据实施例的变焦透镜具有设置在第三透镜单元 L_3 的像侧以阻挡不希望的光的耀斑光阑 (flare stop) FP。根据实施例的变焦透镜还具有诸如例如滤光片、面板、晶体低通滤波器或红外截止滤波器等的光学块 G。根据实施例的变焦透镜的截面图还表示在该处放置感光表面的像面 IP。在使用变焦透镜作为摄像机或数字静态照相机的拍摄光学系统的情况下，感光表面是诸如 CCD 传感器或 CMOS 的固态图像拾取元件（或光电转换元件）的图像拾取表面。在变焦透镜被用于胶片照相机的情况下，感光表面是胶片表面。

[0032] 在像差图中， d 和 g 分别用于 d 线和 g 线， ΔM 和 ΔS 用于子午像面和弧矢像面，并且，关于 g 线表示横向色差。在像差图中，还给出半场角（即，场角的一半） ω 和 F 数 F_{no} 。在以下描述的实施例中，广角端和望远端指的是在变焦透镜单元沿光轴位于其机械可动范围的两端时采取的变焦位置。实施例的截面图中的箭头表示从广角端到望远端变焦时或聚焦时的透镜单元的移动轨迹。

[0033] 在根据图 1、图 3、图 5 和图 7 所示的第一到第四实施例的变焦透镜中，如箭头所示，第一透镜单元 L_1 在从广角端到望远端变焦时沿向图像凸起的轨迹移动。第二透镜单元沿向图像凸起的非线性轨迹移动。第三透镜单元 L_3 向物体移动。第四透镜单元 L_4 沿向物

体或向图像凸起的轨迹移动。第五透镜单元 L5 沿向物体凸起的轨迹移动。孔径光阑 SP 沿与其它的透镜单元不同的轨迹移动。耀斑截止光阑 (flare cut stop) FP 与第三透镜单元 L3 一体化地移动。在这些变焦透镜中,以第五透镜单元 L5 沿光轴移动以便聚焦的后聚焦方案执行聚焦。在望远端处从无限远物体到近距离物体进行聚焦操作时,如变焦透镜的截面图中的箭头 5c 所示,第五透镜单元 L5 向前移动。实线箭头 5a 和虚线箭头 5b 分别表示当变焦透镜聚焦在无限远物体上时和当变焦透镜聚焦在近距离物体上时用于补偿由从广角端到望远端的变焦导致的像面的位移的第五透镜单元 L5 的移动轨迹。

[0034] 在根据第一到第四实施例的变焦透镜中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 沿具有与光轴垂直的成分的方向偏移,以由此减少在整个光学系统(变焦透镜)振动(或倾斜)时的拾取图像中的模糊,即沿与光轴垂直的方向偏移由整个系统形成的图像。在图 9 和图 11 所示的根据第五实施例和第六实施例的变焦透镜中,如箭头表示的那样,在从广角端到望远端的变焦中第一透镜单元 L1 沿向图像凸起的轨迹移动。第二透镜单元 L2 沿向图像凸起的非线性轨迹移动。第三透镜单元 L3 向物体移动。第四透镜单元 L4 沿向物体凸起的轨迹移动。孔径光阑 SP 沿与其它的透镜单元不同的轨迹移动。耀斑截止光阑 FP 与第三透镜单元 L3 一体化地移动。在这些变焦透镜中,以第四透镜单元 L4 沿光轴移动以便聚焦的后聚焦方案执行聚焦。在望远端处的从无限远物体到近距离物体的聚焦操作中,第四透镜单元 L4 如变焦透镜的截面图中的箭头 4c 表示的那样向前移动。实线箭头 4a 和虚线箭头 4b 分别表示当变焦透镜聚焦在无限远物体上时和当变焦透镜聚焦在近距离物体上时用于补偿由从广角端到望远端的变焦导致的像面的位移的第四透镜单元 L4 的移动轨迹。在根据第五实施例和第六实施例的变焦透镜中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 沿具有与光轴垂直的成分的方向偏移以由此沿与光轴垂直的方向偏移成像位置,即减少在整个光学系统(变焦透镜)振动(或倾斜)时的拾取图像中的模糊。

[0035] 在根据实施例的变焦透镜中,在变焦时,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 以如下方式相对于像面移动,即它们的位置在望远端处比在广角端处更接近物体。这使得能够减小广角端处的变焦透镜的总长,减小前透镜有效直径,并实现高变焦比(即,倍率改变比率)。特别地,在根据实施例的变焦透镜中,第三透镜单元 L3 适于在从广角端向望远端变焦时向物体移动,以有助于倍率改变(magnification change)。另外,具有正折光力的第一透镜单元 L1 适于向物体移动。这导致第二透镜单元 L2 大大地有助于倍率改变。因此,在不使得第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的折光力太高的情况下实现 10 ~ 20 的高变焦比。根据实施例的变焦透镜使用后聚焦方案,其中,在第五实施例和第六实施例的情况下第四透镜单元 L4 沿光轴移动以便聚焦,并且,在第一实施例到第四实施例的情况下第五透镜单元 L5 沿光轴移动以便聚焦。作为替代方案,在第一实施例到第四实施例中,可通过移动具有负折光力的第四透镜单元 L4 执行聚焦操作。当情况如此时,在望远端处的从无限远物体到近距离物体的聚焦操作中,具有负折光力的第四透镜单元 L4 向后(即,向图像)移动。

[0036] 并且,在根据实施例的变焦透镜中,具有正折光力的第三透镜单元 L3 沿具有与光轴垂直的成分的方向偏移,以由此沿与光轴垂直的方向偏移由整个系统形成的图像。因此,在不使用可变顶角棱镜那样的附加光学部件或用于图像稳定化的专用透镜单元的情况下,即,在不增加光学系统的总体尺寸的情况下,实现整个光学系统(变焦透镜)振动(或倾斜)时的拾取图像的模糊的减少(或图像稳定化)。当为了图像稳定化沿与光轴垂直的方

向偏移第三透镜单元 L3 时,如果允许镜筒结构的复杂化,那么第三透镜单元 L3 可以在旋转轴位于光轴上的情况下进行旋转。作为替代方案,第三透镜单元 L3 的一部分沿具有与光轴垂直的成分的方向偏移以减少拾取图像的模糊。在根据实施例的变焦透镜中,在变焦时孔径光阑 SP 沿与那些透镜单元的轨迹不同的轨迹移动。这减少了广角端处及其附近的变焦位置处(即,在比中间图像高度高的图像高度处)的图像帧的周边区域的光量的急剧下降,并导致前透镜直径的减小。

[0037] 为了使有效透镜直径(或前透镜有效直径)小以及为了使得照相机在回缩状态下薄,优选地,构成第一透镜单元 L1 的透镜的数量少。出于这种原因,第一透镜单元 L1 由两个透镜或从物侧到像侧依次布置的负透镜和正透镜构成。具体地,第一透镜单元 L1 由相互分开的负透镜和正透镜构成,或由接合在一起的负透镜和正透镜制成的接合透镜构成。通过该配置,实现了令人满意的对趋于在使得变焦比高时出现的球面像差和色差的校正。第三透镜单元 L3 被配置为包含一个负透镜和两个正透镜。在第一实施例到第四实施例和第六实施例中,第三透镜单元 L3 由从物侧到像侧依次布置的正透镜、负透镜和正透镜构成。在第五实施例中,第三透镜单元 L3 由从物侧到像侧依次布置的正透镜、正透镜、负透镜和正透镜构成。

[0038] 通过该配置,实现了令人满意的对趋于在图像稳定化处理和变焦期间出现的彗形像差(coma)的校正。第三透镜单元 L3 具有一个或更多个非球面。这使得能够令人满意地校正由变焦导致的球面像差的变化。

[0039] 在第一实施例到第四实施例和第六实施例中,第四透镜单元 L4 由一个负透镜构成。这有助于变焦透镜在回缩状态下的薄型化。

[0040] 在根据该实施例的变焦透镜中,满足以下的条件式:

[0041] $10.5 < f1/fw < 30.0$ (1), 以及

[0042] $0.010 < |f2/ft| < 0.181$ (2)

[0043] 这里, f1 是第一透镜单元 L1 的焦距, f2 是第二透镜单元 L2 的焦距, fw 是整个系统在广角端的焦距, 并且, ft 是整个系统在望远端的焦距。

[0044] 条件式 (1) 限定了为了使整个系统小并实现宽视角和高变焦比的、有助于倍率改变的第一透镜单元 L1 的焦距 f1 和整个系统在广角端的焦距 fw 的比。

[0045] 实现宽场角和高变焦比的一般方式是增加有助于倍率改变的透镜单元的折光力并移动该透镜单元以便变焦。但是,过高的折光力将使得像差校正变得困难,从而妨害良好的光学性能。另一方面,为了实现良好的像差校正而增加构成透镜的数量使得小型化变得困难。并且,透镜单元的偏移量的过量增加使得整个透镜系统以及照相机的小型化变得困难。

[0046] 如果第一透镜单元 L1 的焦距 f1 相对于整个系统在广角端的焦距 fw 太小以至于达不到条件式 (1) 的下限,那么,当变焦透镜被设计为具有宽场角时,将难以校正广角端的横向色差。另外,当变焦透镜被设计为具有高变焦比时,将导致望远端的轴向色差和横向色差的增加。并且,第一透镜单元 L1 中的正透镜难以具有足够的边缘厚度。因此,必须增大透镜单元的有效直径和厚度以能够制造,从而使得照相机的小型化和薄型化变得困难。并且,第一透镜单元 L1 在组装时的偏心敏感性将变高,从而导致光学性能劣化。

[0047] 如果第一透镜单元 L1 的焦距 f1 相对于整个系统在广角端的焦距 fw 太长以至于

超出条件式 (1) 的上限,那么,当变焦透镜被设计为具有高变焦比时,变焦时第一透镜单元 L1 的偏移量将大。因此,必须增加当变焦透镜回缩到照相机中时变焦透镜的折叠段数,从而导致镜筒直径增加和照相机尺寸增加。另外,将导致望远端的大的球面像差。并且,将必须增加第一透镜单元 L1 的用于变焦的偏移量,从而导致变焦时图像模糊和振动噪声不希望地增加。

[0048] 条件式 (2) 限定了为了使得整个系统小并且实现高变焦比的、有助于倍率改变的第二透镜单元的焦距 f_2 的适当范围。

[0049] 如果第二透镜单元 L2 的焦距的绝对值 $|f_2|$ 相对于整个系统在望远端的焦距 f_t 太小以至于达不到条件式 (2) 的下限,那么有助于倍率改变的第二透镜单元 L2 的负折光力 (或光焦度,等于焦距的倒数) 将变高。因此,在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中将变得难以校正彗形像差和像面位移。并且,相对于第二透镜单元 L2 的偏心的光学性能的劣化的敏感性将变高,从而使得变焦透镜的组装变得困难。

[0050] 如果第二透镜单元 L2 的焦距的绝对值 $|f_2|$ 相对于整个系统在望远端的焦距 f_t 太大以至于超出条件式 (2) 的上限,那么有助于倍率改变的第二透镜单元 L2 的负折光力 (或光焦度,等于焦距的倒数) 将变低。从而,为了实现高变焦比,必须使得第二透镜单元 L2 的偏移量大。这导致总长增加,从而使得难以实现整个系统的小型化。并且,在广角端的总长也将增加,并且,为了在图像区域的周边区域中实现足够的光量,必须不希望地增加前透镜有效直径。并且,难以在中间变焦范围中校正像散。

[0051] 如上所述,第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的焦距 f_1 和 f_2 被适当地选择,以使得满足条件式 (1) 和 (2)。通过该特征,变焦透镜可被设计成在整个变焦范围上具有高的光学性能、具有宽场角、高变焦比和小的前透镜有效直径,并且使得照相机在制造过程中易于组装并且紧凑的同时,能够实现回缩状态中的薄型化。

[0052] 更希望条件式 (1) 和 (2) 的数值范围被进一步限定如下:

[0053] $11.0 < f_1/f_w < 30.0$ (1a), 以及

[0054] $0.01 < |f_2/f_t| < 0.15$ (2a)。

[0055] 还更希望条件式 (1a) 和 (2a) 的数值范围被进一步限定如下:

[0056] $11.5 < f_1/f_w < 30.0$ (1b), 以及

[0057] $0.03 < |f_2/f_t| < 0.13$ (2b)。

[0058] 通过这些条件,可以提供具有宽场角、高变焦比并在整个变焦范围上具有高的光学性能的紧凑的变焦透镜。

[0059] 在根据本发明的变焦透镜中,更希望满足以下的条件中的一个或多个:

[0060] $0.20 < |f_2/f_3| < 0.85$ (3)

[0061] $1.7 < f_3/f_w < 10.0$ (4)

[0062] $0.1 < T_{dw}/f_t < 2.0$ (5)

[0063] $0.1 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.4$ (6)

[0064] $0.01 < D_{1G}/f_t < 0.15$ (7)

[0065] $0.01 < |f_2/f_4| < 0.6$ (8)

[0066] $0.1 < f_{1p}/f_1 < 1.0$ (9), 以及

[0067] $0.5 < d_{sw}/f_w < 10.0$ (10)

[0068] 这里, T_{dw} 是变焦透镜在广角端的总长 (即, 从第一透镜表面到像面的距离), f_3 是第三透镜单元 L3 的焦距, f_4 是第四透镜单元 L4 的焦距, β_{2w} 是广角端上的第二透镜单元 L2 的横向倍率, β_{2t} 是第二透镜单元 L2 在望远端的横向倍率, $D1G$ 是第一透镜单元 L1 的沿光轴的厚度, f_{1p} 是第一透镜单元 L1 中的正透镜的焦距, d_{sw} 是广角端的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 L3 之间的距离。

[0069] 条件式 (3) 限定了为了实现整个系统的小型化和高变焦比的、对于倍率改变提供主要贡献的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的焦距 f_2 和 f_3 的适当范围。如果第二透镜单元 L2 的焦距的绝对值 $|f_2|$ 相对于第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 太小以至于达不到条件式 (3) 的下限, 那么有助于倍率改变的第二透镜单元 L2 的负折光力将太高。因此, 将难以在从广角端到中间变焦位置的变焦范围中校正彗形像差和像面的位移。并且, 相对于第二透镜单元 L2 的偏心的光学性能的劣化的敏感性将变高, 从而使得变焦透镜的组装变得困难。

[0070] 如果第二透镜单元 L2 的焦距的绝对值 $|f_2|$ 相对于第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 太大以至于超出条件式 (3) 的上限, 那么, 为了实现高变焦比, 必须增加主要有助于倍率改变的第二透镜单元 L2 的偏移量。因此, 在广角端的总长也将增加, 并且, 为了在图像区域的周边区域中实现足够的光量, 必须增加第二和第三透镜单元 L2、L3 的有效直径。这导致整个系统难以小型化。另一方面, 如果第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 小, 那么在望远端的球面像差将劣化。并且, 第三透镜单元 L3 的敏感性将变高, 从而使得在通过使用第三透镜单元 L3 执行图像稳定的情况下, 难以控制图像稳定。

[0071] 条件式 (4) 限定了用于在使得整个系统小的同时实现宽场角和高变焦比的第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 的适当范围。

[0072] 如果第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 相对于整个系统在广角端的焦距 f_w 太小以至于达不到条件式 (4) 的下限, 那么望远端的球面像差劣化。并且, 第三透镜单元 L3 的敏感性将变高, 从而使得在通过使用第三透镜单元 L3 执行图像稳定的情况下, 难以控制图像稳定。并且, 第三透镜单元 L3 对于偏心 (平行或倾斜) 的敏感性将变高, 从而, 当在制造过程中出现组装变化时, 导致光学性能劣化。

[0073] 如果第三透镜单元 L3 的焦距 f_3 相对于整个系统在广角端的焦距 f_w 太大以至于超出条件式 (4) 的上限, 那么将难以校正主要在望远端的轴向色差。另外, 为了实现高变焦比, 必须使得在从广角端到望远端变焦期间的第三透镜单元 L3 的偏移量大。这导致总长增加, 从而使得难以实现小型化。

[0074] 条件式 (5) 限定了用于在使得整个系统小的同时实现高变焦比的在望远端的总长 T_{dw} 的适当范围。如果在广角端的总长 T_{dw} 太短以至于达不到条件式 (5) 的下限, 那么将难以校正主要在广角端的像场弯曲和畸变。高变焦比使得在望远端的总长必需大, 从而使得小型化变得困难。并且, 为了减少在望远端附近的变焦范围中的图像帧的周边区域中的光量的急剧减少, 将必须使得前透镜有效直径大, 并且, 为了使得正透镜具有适当的边缘厚度, 将必须使得第一透镜单元 L1 中的正透镜的厚度大。这将使得整个系统的小型化和照相机的薄型化 (当在照相机中使用该变焦透镜时) 变得困难。

[0075] 如果在广角端的总长 T_{dw} 太大以至于超出条件式 (5) 的上限, 那么, 为了减少在广角端附近的变焦范围中的图像帧的周边区域中的光量的急剧减少, 将必须使得前透镜有效直径大, 从而使得整个系统的小型化和照相机的薄型化 (当在照相机中使用该变焦透镜

时)变得困难。

[0076] 条件式 (6) 限定了为了实现高变焦比并且使得整个系统小的第二透镜单元 L2 在广角端的横向倍率 β_{2w} 与第二透镜单元 L2 在望远端的横向倍率 β_{2t} 的比率的适当的范围。如果第二透镜单元 L2 在广角端的横向倍率 β_{2w} 相对于第二透镜单元 L2 在望远端的横向倍率 β_{2t} 太小以至于达不到条件式 (6) 的下限,将必须使得变焦时第二透镜单元的偏移量大。这不希望地导致总体长度和总体尺寸增加。如果第二透镜单元 L2 在广角端的横向倍率 β_{2w} 相对于第二透镜单元 L2 在望远端的横向倍率 β_{2t} 太大以至于超出条件式 (6) 的上限,将难以在整个变焦范围上实现彗形像差和像面位移的令人满意的校正。并且,将必须增加前透镜有效直径,从而使得整个系统的小型化变得困难。

[0077] 条件式 (7) 是用于在实现高变焦比的同时使得处于回缩状态时的照相机的厚度小的条件。如果第一透镜单元 L1 的沿光轴的厚度 D1G 相对于整个系统在望远端的焦距 f_t 太小以至于达不到条件式 (7) 的下限,那么整个系统在望远端的总长将长。并且,将难以校正望远端的球面像差。如果第一透镜单元 L1 的沿光轴的厚度 D1G 相对于整个系统在望远端的焦距 f_t 太大以至于超出条件式 (7) 的上限,那么处于回缩状态时的透镜的厚度将大,从而使得难以实现照相机的薄型化。并且,将难以校正望远端的横向色差。并且,第一透镜单元 L1 对于偏心(平行或倾斜)的敏感性将变高,从而使得制造变得困难。

[0078] 条件式 (8) 是用于确定第二透镜单元 L2 和第四透镜单元 L4 的焦距 f_2 、 f_4 的适当值以当变焦透镜被设计为具有宽的视角和高变焦比时在使得第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 小的同时实现良好的光学性能的条件。如果第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 相对于第四透镜单元 L4 的焦距 f_4 太小以至于达不到条件式 (8) 的下限,那么第二透镜单元 L2 需要对于变焦提供大的倍率改变,从而难以在整个变焦范围上校正彗形像差。并且,第二透镜单元 L2 对于偏心(平行或倾斜)的敏感性将变高,从而使得组装变得困难。并且,难以减小变焦时的图像模糊。

[0079] 如果第二透镜单元 L2 的焦距 f_2 相对于第四透镜单元 L4 的焦距 f_4 太大以至于超出式 (8) 的上限,将必须使得作为主变焦透镜单元的第二透镜单元 L2 的偏移量大。这导致在广角端的总长增加以及第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 中的透镜的有效直径增加,从而使得小型化和薄型化变得困难。并且,如果第四透镜单元 L4 的焦距 f_4 太大,那么光线将大大地发散。因此,图像拾取表面上的光线的入射角度(特别是在图像区域的周边区域中)将变大,从而不希望地大大导致颜色遮蔽(color shading)。

[0080] 条件式 (9) 是用于确定第一透镜单元 L1 中的正透镜的焦距 f_{1p} 和第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 的适当值以减小第一透镜单元 L1 的厚度、减小处于回缩状态时的照相机的厚度、以及在整个变焦范围上实现良好的光学性能的条件。如果第一透镜单元 L1 中的正透镜的焦距 f_{1p} 相对于第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 太小以至于达不到条件式 (9) 的下限,那么,该正透镜将必须具有大的厚度以便具有适当的边缘厚度。因此,第一透镜单元的厚度将增加,从而使得照相机的薄型化变得困难。并且,将难以校正望远端的色差。并且,对于组装过程中的偏心(倾斜或平行)的敏感性将不希望地变高。

[0081] 如果第一透镜单元 L1 中的正透镜的焦距 f_{1p} 相对于第一透镜单元 L1 的焦距 f_1 太大以至于超出条件式 (9) 的上限,将必须使得在从广角端到望远端变焦时第一透镜单元 L1 的偏移量大。因此,透镜单元处于回缩状态时的照相机的厚度将不希望地大。并且,将难以

校正正在望远端的球面像差。

[0082] 条件式 (10) 限定了为了实现前透镜有效直径的减小并防止在广角端附近的变焦范围中在图像区域的周边区域中光量的突然减少的、在广角端的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 L3 之间的距离 dsw 与整个系统在广角端的焦距 fw 的比率的适当范围。条件式 (10) 也是用于在整个变焦范围上实现良好的光学性能的条件。

[0083] 如果在广角端的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 L3 之间的距离 dsw 相对于在广角端的焦距 fw 太小以至于达不到条件式 (10) 的下限, 将主要在广角端附近的变焦范围中由孔径光阑 SP 在图像区域的周边区域中导致突然的渐晕。这不希望地导致图像中的某一中间图像高度上的突然亮度下降。增加在广角端的图像区域的周边区域中的光量以改善亮度下降需要不希望地增加前透镜有效直径, 并导致在广角端出现彗斑 (coma flare), 这使图像质量不希望地劣化。

[0084] 如果在广角端的孔径光阑 SP 和第三透镜单元 L3 之间的距离 dsw 相对于在广角端的焦距 fw 太大以至于超出条件式 (10) 的上限, 那么图像区域的周边区域中的绝对光量将变得不足, 并且, 特别是在广角端附近的变焦范围中将难以校正像差。

[0085] 为了在使得像差和像差变化更小的同时进一步减小透镜系统的总体尺寸, 希望条件式 (3) ~ (10) 的数值范围进一步被限制如下:

[0086] $0.30 < |f2/f3| < 0.75$ (3a)

[0087] $2.0 < f3/fw < 8.0$ (4a)

[0088] $0.2 < Tdw/ft < 1.7$ (5a)

[0089] $0.10 < \beta 2w/\beta 2t < 0.38$ (6a)

[0090] $0.01 < D1G/ft < 0.12$ (7a)

[0091] $0.05 < |f2/f4| < 0.60$ (8a)

[0092] $0.2 < f1p/f1 < 0.8$ (9a)

[0093] $0.5 < dsw/fw < 7.0$ (10a)

[0094] 根据如上构建的实施例, 可以提供如下这样的变焦透镜, 该变焦透镜的光学系统的总体尺寸小, 能够使得处于回缩状态的照相机薄型化、具有宽视角和大于 10 的高变焦比、并在整个变焦范围上具有高的光学性能。

[0095] 以下, 将描述与本发明的第一实施例到第六实施例对应的数值实施例 1 ~ 6。在各数值实施例中, 给出了从物侧起计数的光学表面的表面号 i、第 i 个光学表面的曲率半径 ri、第 i 个表面和第 (i+1) 个表面之间的距离 di、第 i 个光学部件的折射率 ndi、第 i 个光学部件的阿贝数 (Abbe number) vdi。

[0096] 关于在距光轴的高度 h 处沿与光轴平行的方向离开作为基准点的表面顶点的位移 (或距离), 非球面形状由下式表达:

[0097]
$$x = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+k) (h/R)^2]^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10},$$

[0098] 这里, k 是偏心率, A4、A6、A8 和 A10 是非球面系数, R 是旁轴曲率半径。如“E-Z”那样的表达方式表示“ 10^{-Z} ”。在数值实施例中, 最后的两个表面是诸如滤波器或面板的光块的表面。在数值实施例中, 后焦距 (BF) 是从最后的透镜表面到旁轴像面的由等效空气距离表达的距离。透镜总长 (OLL) 等于从最接近物体的表面到最后的表面的距离和后焦距的和。在表 1 中, 对于所有的数值实施例给出与上述的条件式相关的值。

[0099] 在数值实施例中,孔径光阑 SP 和像侧玻璃块 G 被视为单元。因此,根据各数值实施例的变焦透镜中的透镜单元的数量比透镜单元的实际数量多两个。

[0100] [数值实施例 1]

[0101] 下表中的长度单位是毫米。

[0102] 表面数据

[0103]

表面号 i	r	d	nd	vd
1	38.800	1.00	1.80610	33.3
2	22.764	0.20		
3*	19.726	4.00	1.59282	68.6
4*	-176.534	(可变)		
5	79.907	0.70	1.88300	40.8
6	6.933	3.40		
7	-25.187	0.70	1.83481	42.7
8	37.268	0.20		
9	15.164	1.80	1.94595	18.0
10	97.721	(可变)		
11 (光阑)	∞	(可变)		
12*	9.290	3.00	1.58313	59.4
13*	-66.004	1.80		
14	27.259	0.70	1.84666	23.9
15	9.430	0.80		
16	18.844	2.00	1.48749	70.2
17	-14.450	0.30		

[0104]

18	(耀斑截止滤波器)	∞	(可变)		
19		175.842	1.00	1.48749	70.2
20		13.567	(可变)		
21		14.017	2.00	1.48749	70.2
22		4258.686	(可变)		
23		∞	1.00	1.51633	64.1
24		∞	(可变)		
	像面	∞			

[0105] 非球面数据

[0106] 第 3 表面

[0107] $K = -1.39314e-001$ $A4 = -2.16938e-006$ $A6 = 1.16365e-008$ $A8 = 6.06296e-011$

[0108] 第 4 表面

[0109] $K = -1.76207e+001$ $A4 = 4.07411e-007$ $A6 = 2.50396e-008$ $A8 = 3.19540e-013$

[0110] 第 12 表面

[0111] $K = -1.81829e+000$ $A4 = 1.69626e-004$ $A6 = -1.47480e-006$ $A8 = 3.16354e-008$

[0112] 第 13 表面

[0113] $K = -1.85610e+002$ $A4 = 4.21676e-005$

[0114] 各种数据

[0115]

变焦比	10.12				
焦距	5.05	12.80	51.09	6.60	21.78
F 数	2.87	4.10	5.58	3.32	3.90
场角	34.63	16.85	4.34	30.40	10.09
图像高度	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
OLL		69.65	68.82	89.47	66.55
BF		8.50	16.77	13.10	10.31
					18.94
d4		0.70	9.76	27.98	2.55
d10		23.10	11.85	2.96	20.19
d11		7.67	1.50	1.52	3.75
d18		3.40	1.96	11.50	3.26
d20		2.68	3.38	8.81	2.89
d22		7.24	15.51	11.84	9.05
d24		0.60	0.60	0.60	0.60

[0116] 变焦透镜单元数据

[0117]

单元	第一表面	焦距
1	1	53.30
2	5	-8.57
3	11	∞
4	12	14.55
5	19	-30.22

[0118]

6 21 28.84

7 23 ∞

[0119] [数值实施例 2]

[0120] 下表中的长度单位是毫米。

[0121] 表面数据

[0122]

表面号 i	r	d	nd	vd
1	69.679	1.30	1.80610	33.3
2	40.231	0.20		
3*	28.101	5.00	1.49700	81.5
4*	-86.856	(可变)		
5	189.770	1.00	1.88300	40.8
6	8.053	3.60		
7	-27.748	0.70	1.83481	42.7
8	55.972	0.20		
9	17.318	2.00	1.94595	18.0
10	111.345	(可变)		
11 (光阑)	∞	(可变)		
12*	9.189	3.00	1.58313	59.4
13*	-194.351	1.93		
14	21.684	0.70	1.84666	23.9
15	9.089	0.80		
16	25.828	2.00	1.48749	70.2

[0123]

17	-15.243	0.30		
18 (耀斑截止滤波器)	∞	(可变)		
19	-47.772	1.00	1.48749	70.2
20	24.121	(可变)		
21	18.098	2.00	1.48749	70.2
22	-132.406	(可变)		
23	∞	1.00	1.51633	64.1
24	∞	(可变)		
像面	∞			
[0124]	非球面数据			
[0125]	第 3 表面			
[0126]	$K = -2.66095e-001$	$A4 = -9.22048e-007$	$A6 = -1.26585e-009$	$A8 = 2.12170e-012$
[0127]	第 4 表面			
[0128]	$K = -1.52648e+000$	$A4 = 2.13694e-006$	$A6 = -9.50786e-010$	$A8 = 2.70734e-012$
[0129]	第 12 表面			
[0130]	$K = -1.65289e+000$	$A4 = 1.67980e-004$	$A6 = -7.48837e-008$	$A8 = 1.02683e-008$
[0131]	第 13 表面			
[0132]	$K = -1.21619e+002$	$A4 = 9.51630e-005$		
[0133]	各种数据			
[0134]				

变焦比 19.41

焦距	5.15	12.83	99.99	6.63	25.40
F 数	2.77	4.02	6.00	3.19	3.94
场角	34.10	16.81	2.22	30.31	8.67
图像高度	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
OLL	81.30	79.47	113.01	77.23	95.47
BF	9.22	16.32	11.71	10.05	21.63
d4	0.70	10.80	44.79	2.10	25.99
d10	28.44	15.02	2.06	24.63	5.67
d11	10.47	2.86	1.74	6.53	6.21
d18	3.94	3.29	9.90	4.20	2.21
d20	2.81	5.45	17.09	3.99	8.03
d22	7.56	14.66	10.05	8.39	19.97
d24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

[0135] 变焦透镜单元数据

[0136]

单元	第一表面	焦距
1	1	67.69
2	5	-9.93
3	11	∞

[0137]

4	12	16.07
5	19	-32.73
6	21	32.80
7	23	∞

[0138] [数值实施例 3]

[0139] 下表中的长度单位是毫米。

[0140] 表面数据

[0141]

表面号 i	r	d	nd	vd
1	72.921	1.30	1.80610	33.3
2	39.106	0.20		
3*	25.670	6.00	1.49700	81.5
4*	-69.067	(可变)		
5	-96.059	0.70	1.88300	40.8
6	6.833	2.50		
7	-23.071	0.70	1.83481	42.7
8	36.283	0.20		
9	14.509	1.80	1.94595	18.0
10	371.396	(可变)		
11 (光阑)	∞	(可变)		
12*	8.091	3.00	1.58313	59.4
13*	-132.445	1.19		
14	34.308	0.70	1.84666	23.9

[0142]

15	9.504	0.80		
16	19.539	2.00	1.48749	70.2
17	-9.189	0.30		
18 (耀斑截止滤波器)	∞	(可变)		
19	-97.300	1.00	1.48749	70.2
20	14.978	(可变)		
21	14.077	2.00	1.48749	70.2
22	75.245	(可变)		
23	∞	1.00	1.51633	64.1
24	∞	(可变)		

像面 ∞

[0143] 非球面数据

[0144] 第 3 表面

[0145] $K = -1.06758e-001$ $A4 = -1.96907e-006$ $A6 = -1.12657e-008$
 $A8 = -7.28147e-013$

[0146] 第 4 表面

[0147] $K = -1.16870e+001$ $A4 = 4.43924e-007$ $A6 = -8.55587e-009$
 $A8 = 1.35361e-011$

[0148] 第 12 表面

[0149] $K = -1.36003e+000$ $A4 = 2.89727e-004$ $A6 = -1.03215e-006$
 $A8 = 5.59531e-008$

[0150] 第 13 表面

[0151] $K = -1.28658e+003$ $A4 = 4.22778e-004$

[0152] 各种数据

[0153]

变焦比 19.38

焦距 5.16 14.11 99.98 6.99 24.38 55.31

F 数 2.77 4.07 6.00 3.19 4.56 4.94

场角 34.06 15.35 2.22 29.02 9.03 4.01

图像高度 3.49 3.88 3.88 3.88 3.88 3.88

OLL 59.81 62.45 106.42 56.67 83.12 101.51

BF 7.58 13.98 7.50 7.19 19.55 17.97

d4 0.70 7.19 40.80 0.94 21.44 36.14

d10 18.09 4.73 1.39 14.34 1.49 1.54

d11 3.62 2.98 1.42 1.45 5.01 2.81

d18 3.92 5.61 3.28 5.39 1.93 1.74

d20 1.51 3.58 27.63 2.97 9.31 16.92

d22 5.92 12.32 5.84 5.53 17.89 16.31

d24 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

[0154] 变焦透镜单元数据

[0155]

单元

第一表面

焦距

1

1

59.82

[0156]

2	5	-7.76
3	11	∞
4	12	12.26
5	19	-26.55
6	21	35.15
7	23	∞

[0157] [数值实施例 4]

[0158] 下表中的长度单位是毫米。

[0159] 表面数据

[0160]

表面号 i	r	d	nd	vd
1	54.857	1.30	1.80610	33.3
2	37.830	4.50	1.49700	81.5
3*	-141.341	(可变)		
4	58.929	0.80	1.88300	40.8
5	9.135	4.70		
6	-38.148	0.70	1.83481	42.7
7	48.830	0.20		
8	19.201	2.00	1.94595	18.0
9	85.832	(可变)		
10 (光阑)	∞	(可变)		
11*	9.165	4.00	1.58313	59.4
12*	-399.369	1.08		

[0161]

13	21.313	0.70	1.84666	23.9
14	9.387	1.50		
15	62.005	2.50	1.48749	70.2
16	-13.852	0.30		
17 (耀斑截止滤波器)	∞	(可变)		
18	-51.666	1.00	1.48749	70.2
19	21.049	(可变)		
20	15.276	2.00	1.48749	70.2
21	679.825	(可变)		
22	∞	1.00	1.51633	64.1
23	∞	(可变)		
像面	∞			
[0162] 非球面数据				
[0163] 第 3 表面				
[0164] $K = -9.59704e+000$ $A4 = 1.35033e-007$ $A6 = -8.96886e-010$ $A8 = 3.50282e-012$				
[0165] 第 11 表面				
[0166] $K = -1.72566e+000$ $A4 = 1.81602e-004$ $A6 = -1.20965e-007$ $A8 = 6.95581e-009$				
[0167] 第 12 表面				
[0168] $K = 2.41331e+003$ $A4 = 1.16660e-004$				
[0169] 各种数据				
[0170]				

变焦比 20.79

焦距	4.81	10.55	99.99	5.97	21.57
F 数	2.07	2.98	6.00	2.37	3.40
场角	35.95	20.17	2.22	32.98	10.19
图像高度	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
OLL	94.36	90.68	134.70	89.16	109.94
BF	8.60	13.53	7.34	9.29	15.06

d3	0.70	9.02	60.25	0.65	29.84
d9	34.03	19.23	1.49	30.05	7.68
d10	17.38	8.75	2.12	13.34	10.16
d17	5.52	2.68	18.94	4.59	4.50
d19	0.87	10.19	17.27	3.96	15.43
d21	6.94	11.87	5.68	7.63	13.40
d23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

[0171] 变焦透镜单元数据

[0172]

单元	第一表面	焦距
1	1	99.81
2	4	-12.37
3	10	∞

[0173]

4	11	17.57
5	18	-30.54
6	20	32.02
7	22	∞

[0174] [数值实施例 5]

[0175] 下表中的长度单位是毫米。

[0176] 表面数据

[0177]

表面号 i	r	d	nd	vd
1	28.734	1.10	1.84666	23.9
2	18.301	3.00	1.77250	49.6
3	160.447	(可变)		
4	52.843	0.70	1.88300	40.8
5	5.838	3.30		
6	-16.280	0.65	2.00069	25.5
7	38.437	0.18		
8	16.909	1.80	1.94595	18.0
9	-32.759	(可变)		
10 (光阑)	∞	(可变)		
11*	5.887	2.30	1.55332	71.7
12*	-39.587	0.20		
13	7.492	2.20	1.56732	42.8
14	-7.137	0.50	1.80610	33.3

[0178]

15	5.431	0.90		
16*	446.959	1.00	1.55332	71.7
17	-18.387	0.50		
18 (耀斑截止滤波器)	∞	(可变)		
19	10.343	2.00	1.48749	70.2
20	47.074	0.80	1.84666	23.9
21	36.906	(可变)		
22	∞	1.00	1.51633	64.1
23	∞	(可变)		

像面 ∞

[0179] 非球面数据

[0180] 第 11 表面

[0181] $K = -3.16073e-001$ $A4 = 1.20791e-004$ $A6 = -2.20466e-006$ $A8 = 5.06689e-007$

[0182] 第 12 表面

[0183] $K = -1.21760e+002$ $A4 = -3.66130e-005$

[0184] 第 16 表面

[0185] $K = -4.45328e+004$ $A4 = -6.03093e-004$ $A6 = -1.29512e-005$ $A8 = -8.09819e-006$

[0186] 各种数据

[0187]

变焦比 10.14

[0188]

焦距	4.40	8.52	44.65	6.00	17.20
F 数	2.48	3.01	5.97	2.74	3.93
场角	37.76	24.46	4.96	32.09	12.70
图像高度	3.41	3.88	3.88	3.76	3.88
OLL	49.50	47.42	73.52	46.60	55.74
BF	6.20	9.15	3.22	7.39	11.09
d3	0.40	5.82	24.07	1.89	12.71
d9	14.90	5.19	1.94	8.91	2.18
d10	5.91	5.33	1.40	6.02	3.04
d18	0.96	0.81	21.75	1.25	5.58
d21	4.54	7.49	1.56	5.73	9.43
d23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
[0189]	变焦透镜单元数据				
[0190]	单元	第一表面	焦距		
	1	1	47.70		
	2	4	-8.03		
	3	10	∞		
	4	11	12.39		
	5	19	30.00		
	6	22	∞		
[0191]	[数值实施例 6]				
[0192]	下表中的长度单位是毫米。				
[0193]	表面数据				
[0194]					

表面号 i	r	d	nd	vd
1	69.574	1.10	1.80610	33.3
2	40.349	0.20		
3*	26.709	5.50	1.49700	81.5
4*	-84.904	(可变)		
5	108.417	1.00	1.88300	40.8
6	8.202	4.00		
7	-36.778	0.70	1.88300	40.8
8	39.577	0.20		
9	16.659	2.00	1.94595	18.0
10	88.160	(可变)		
11 (光阑)	∞	(可变)		
12*	9.278	3.00	1.58313	59.4
13*	-287.912	1.70		
14	20.285	0.70	1.84666	23.9
15	9.101	1.00		
16	-1903.336	2.00	1.48749	70.2
17	-19.642	0.30		
18 (耀斑截止滤波器)	∞	(可变)		

[0195]

19	20.560	2.00	1.48749	70.2
20	154.160	(可变)		
21	∞	1.00	1.51633	64.1
22	∞	(可变)		
像面	∞			
[0196] 非球面数据				
[0197] 第 3 表面				
[0198] $K = -3.01923e-001$ $A4 = -1.71502e-006$ $A6 = 4.11023e-009A8 = 1.59127e-011$				
[0199] 第 4 表面				
[0200] $K = -1.02007e+001$ $A4 = 8.42450e-009$ $A6 = 9.20998e-009A8 = 3.98408e-013$				
[0201] 第 12 表面				
[0202] $K = -1.34167e+000$ $A4 = 9.53786e-005$ $A6 = -2.44674e-008A8 = 4.22721e-009$				
[0203] 第 13 表面				
[0204] $K = 1.03631e+003$ $A4 = 3.34184e-005$				
[0205] 各种数据				
[0206]				
	变焦比	20.20		
[0207]				

焦距	4.95	13.48	100.00	6.42	28.61
F 数	2.87	4.51	5.73	3.32	4.60
场角	34.56	16.04	2.22	31.10	7.71
图像高度	3.41	3.88	3.88	3.88	3.88
OLL	89.83	82.36	117.85	83.83	97.78
BF	13.98	20.80	18.09	14.83	25.86
d4	0.70	8.84	41.68	1.52	23.19
d10	33.51	17.15	2.17	28.64	6.40
d11	12.02	1.69	2.69	7.30	5.19
d18	4.22	8.49	27.83	6.14	11.75
d20	12.33	19.14	16.43	13.18	24.20
d22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

[0208] 变焦透镜单元数据

[0209]

单元	第一表面	焦距
1	1	63.06
2	5	-10.24
3	11	∞
4	12	22.28
5	19	48.43
6	21	∞

[0210]

[0211] [表 1]

[0212]

条件式	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
(1) $10.5 < f_1/f_w < 30.0$	10.555	13.139	11.596	20.754	10.837	12.740
(2) $0.010 < f_2/f_t < 0.181$	0.168	0.099	0.078	0.124	0.180	0.102
(3) $0.2 < f_2/f_3 < 0.85$	0.589	0.618	0.633	0.704	0.649	0.460
(4) $1.7 < f_3/f_w < 10.0$	2.881	3.120	2.376	3.654	2.814	4.501
(5) $0.1 < T_{dw}/f_t < 2.0$	1.370	0.816	0.602	0.947	1.116	0.902
(6) $0.1 < \beta_{2w}/\beta_{2t} < 0.4$	0.337	0.186	0.174	0.285	0.351	0.162
(7) $0.01 < D_{1G}/f_t < 0.15$	0.102	0.065	0.075	0.058	0.092	0.068
(8) $0.01 < f_2/f_4 < 0.6$	0.284	0.304	0.292	0.405	0.268	0.212
(9) $0.1 < f_{1p}/f_1 < 1.0$	0.566	0.640	0.643	0.607	0.555	0.659
(10) $0.5 < d_{sw}/f_w < 10.0$	1.519	2.032	0.701	3.614	1.342	2.428

[0213] 以下,将参照图 13 描述使用如根据实施例的那些变焦透镜那样的变焦透镜作为拍摄光学系统的数字静态照相机的实施例。

[0214] 在图 13 中,数字静态照相机包含照相机体 20 和由作为第一到第六实施例描述的变焦透镜中的任一个构成的拍摄光学系统 21。数字静态照相机还具有设置在照相机体中以接收由拍摄光学系统 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 (或光电转换元件) 22、用于存储表示通过固态图像拾取元件 22 的光电转换获得的物体图像的信息的存储器 23、和由液晶显示面板等构成以允许用户观察在固态图像拾取元件 22 上形成的物体图像的取景器 24。

[0215] 如上所述,可通过在诸如数字静态照相机的图像拾取装置中使用根据本发明的变焦透镜,提供具有高的光学性能的小型图像拾取装置。

[0216] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明,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的变更方式、等同的结构和功能。

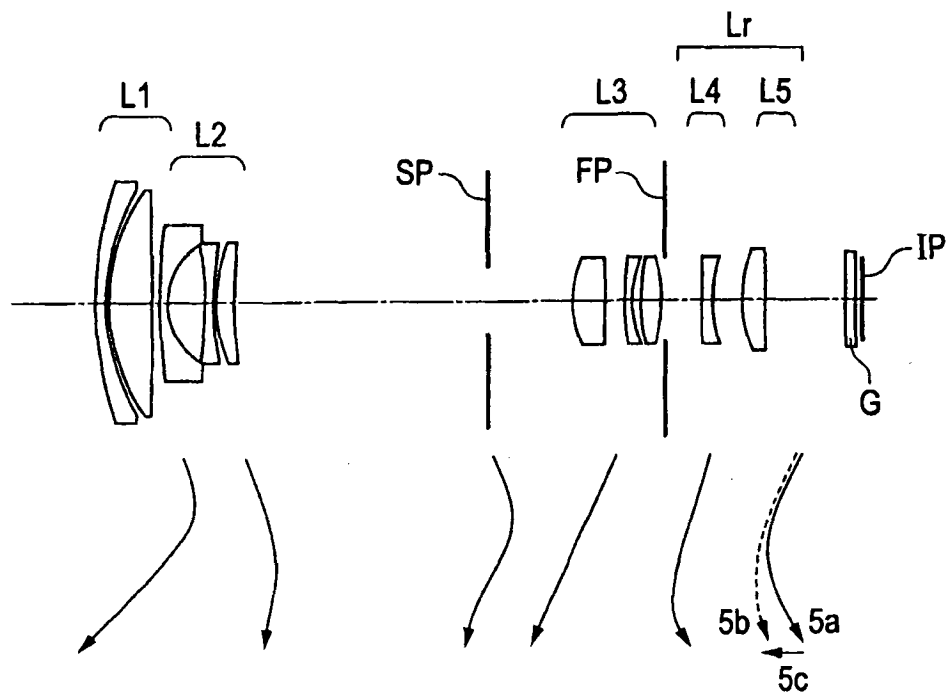


图 1

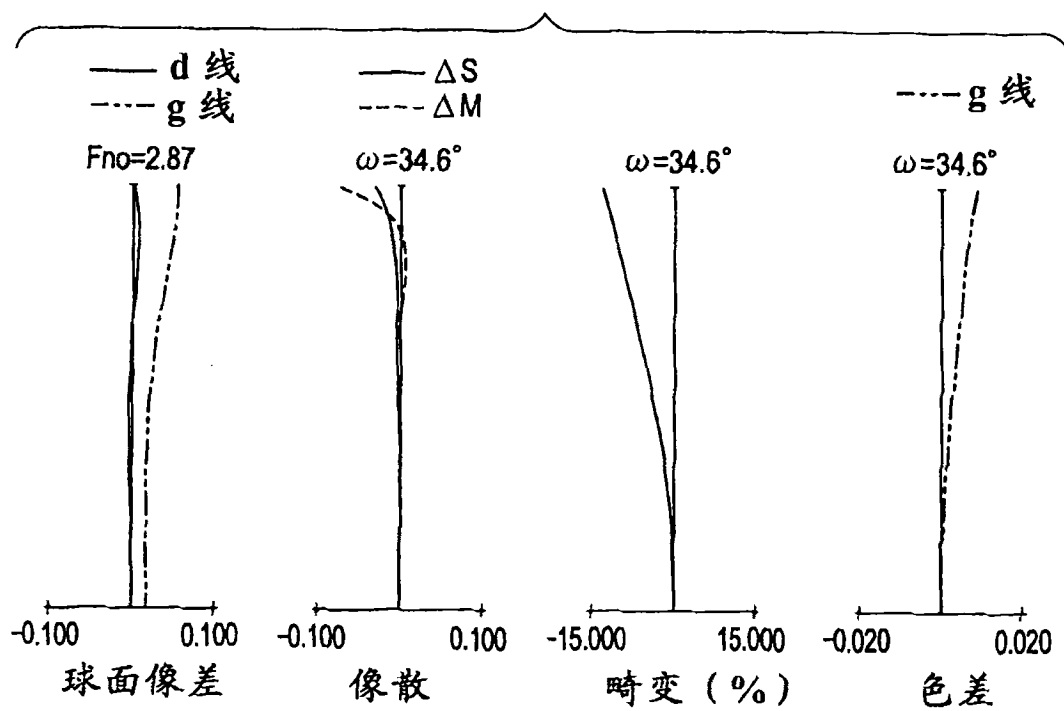


图 2A

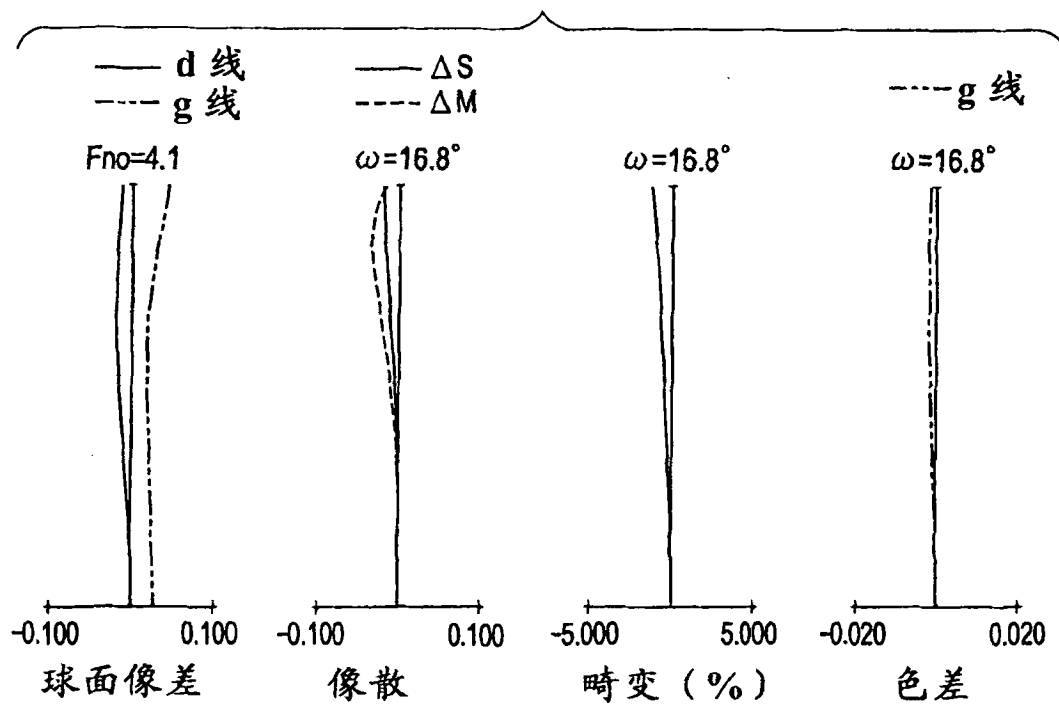


图 2B

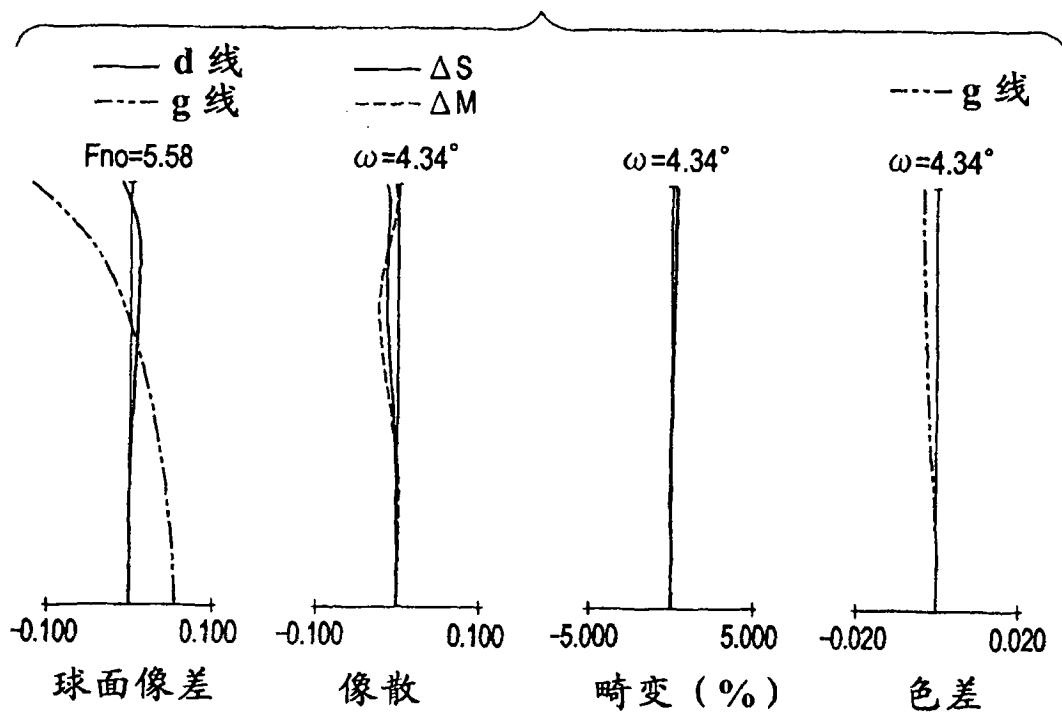


图 2C

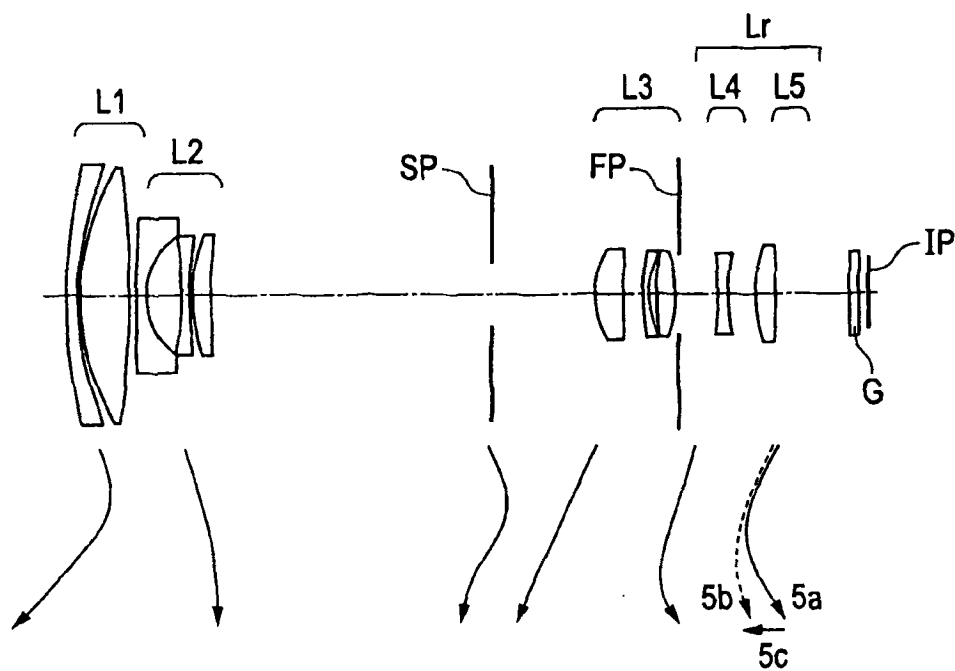


图 3

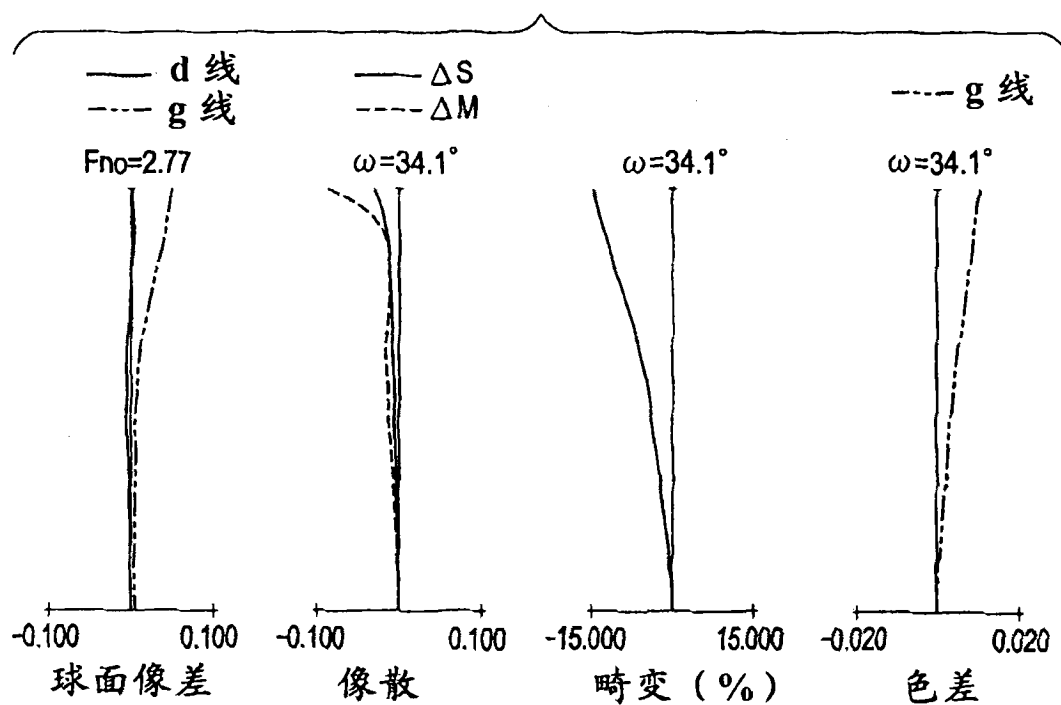


图 4A

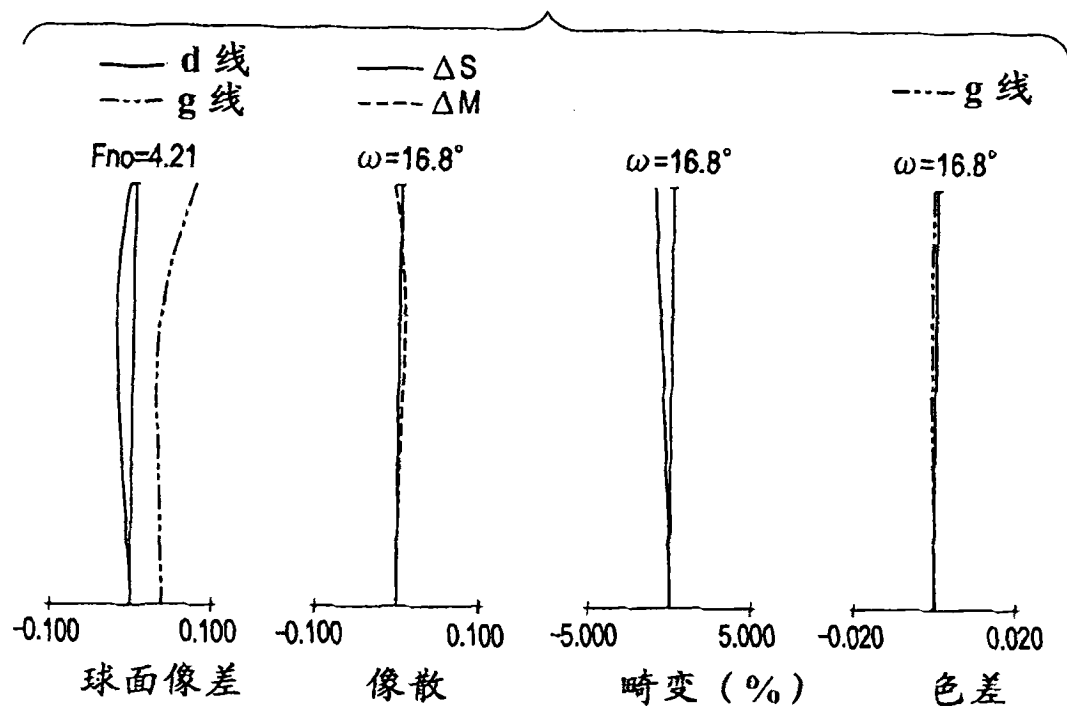


图 4B

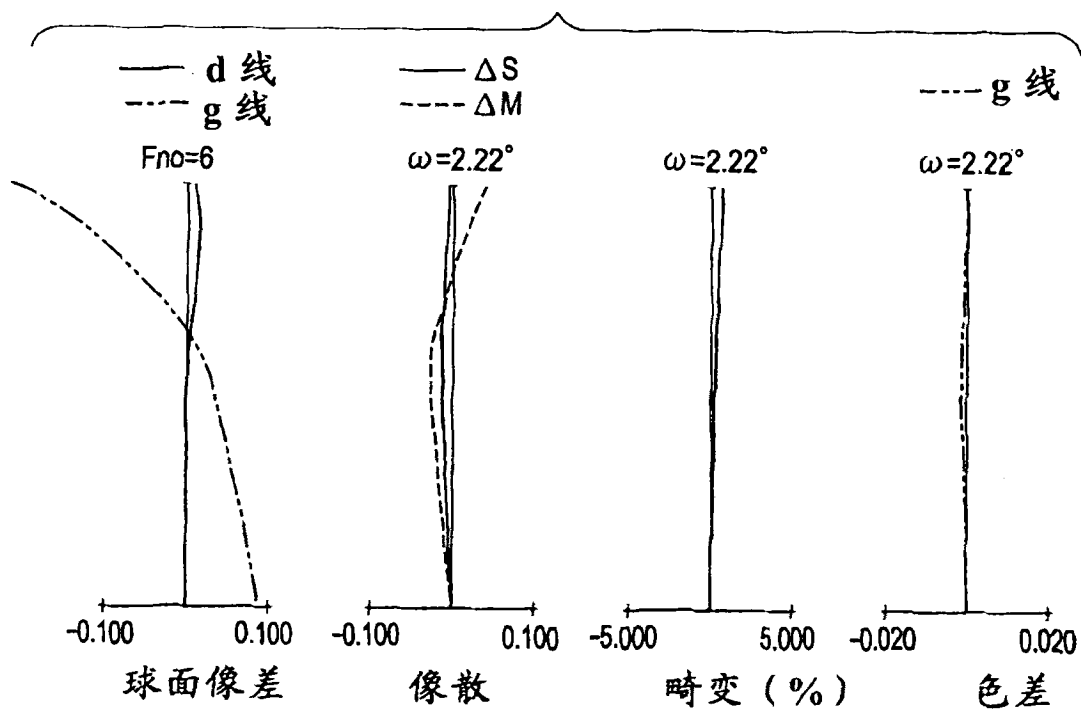


图 4C

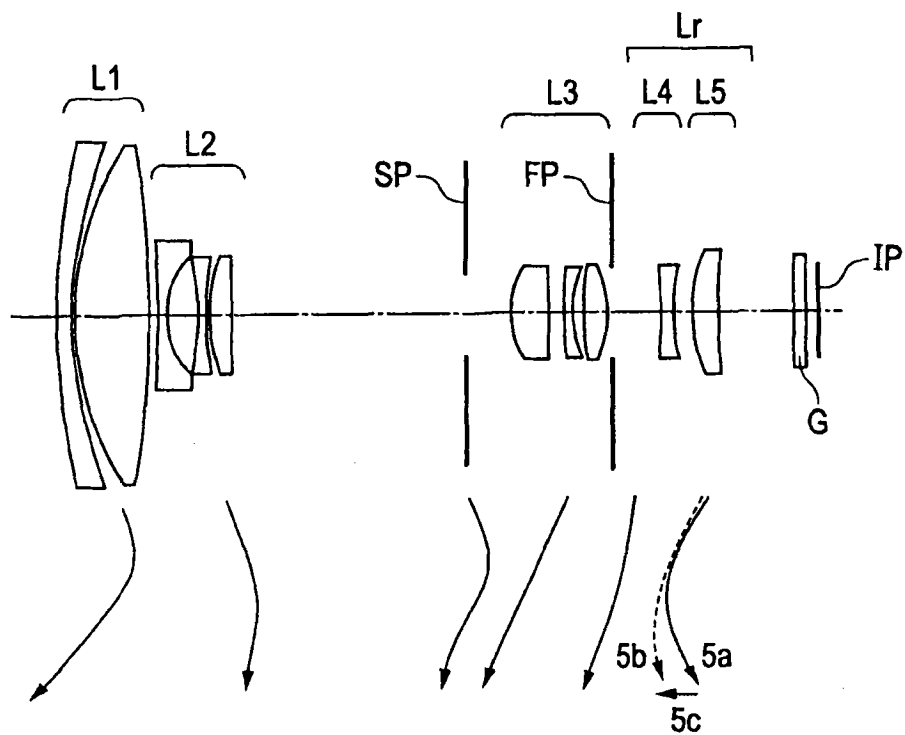


图 5

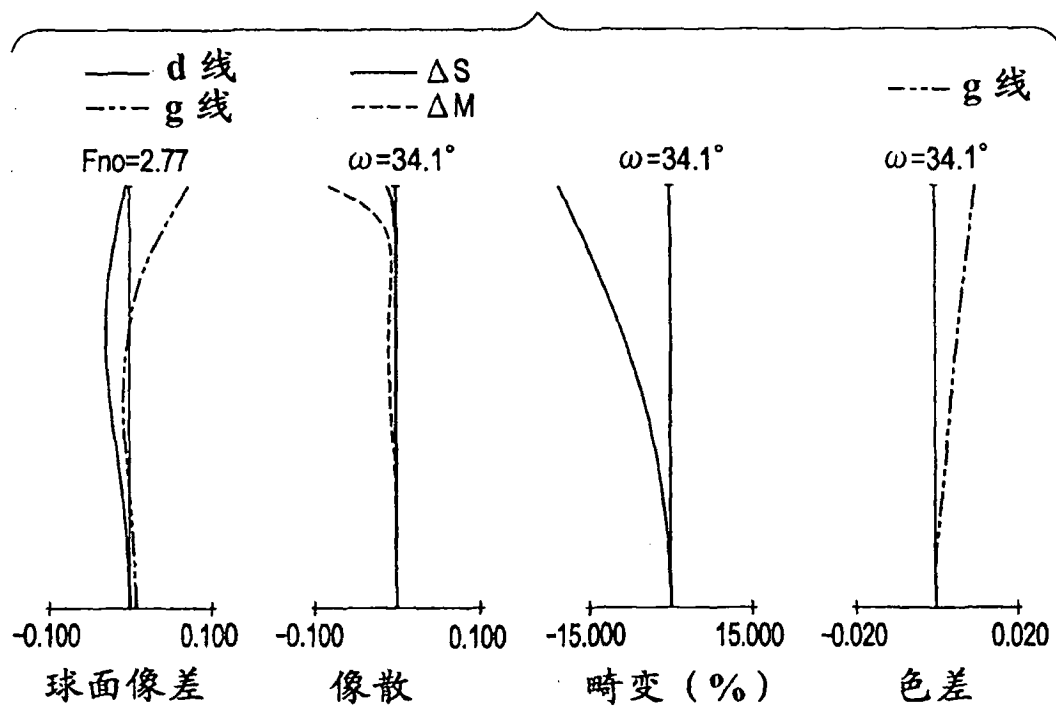


图 6A

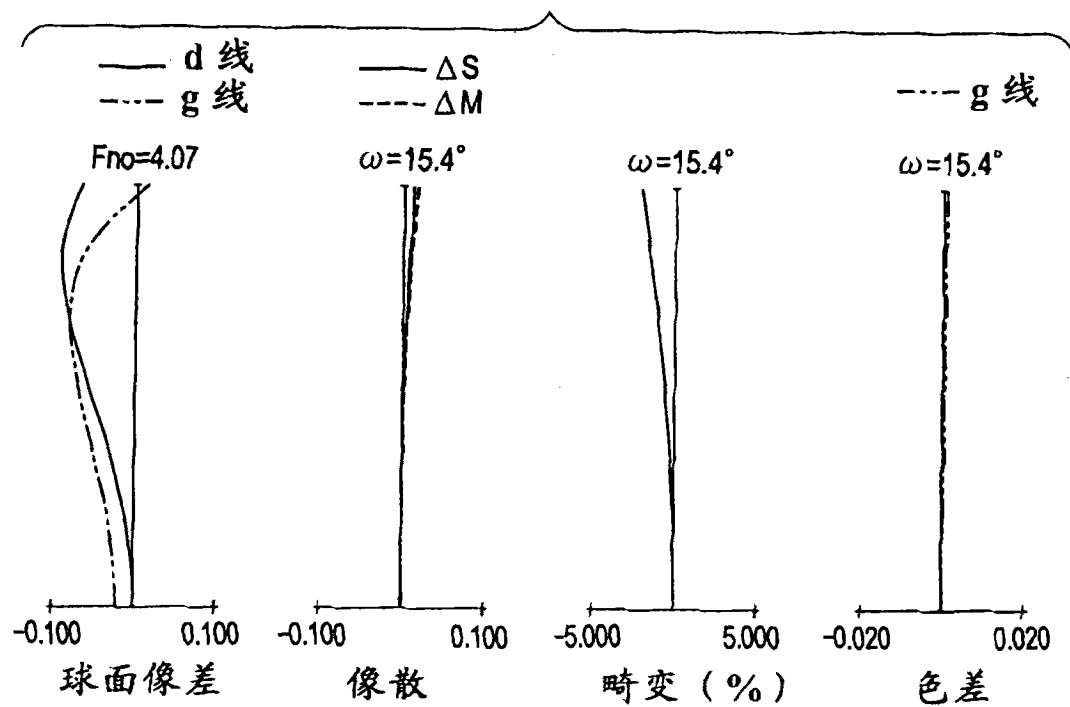


图 6B

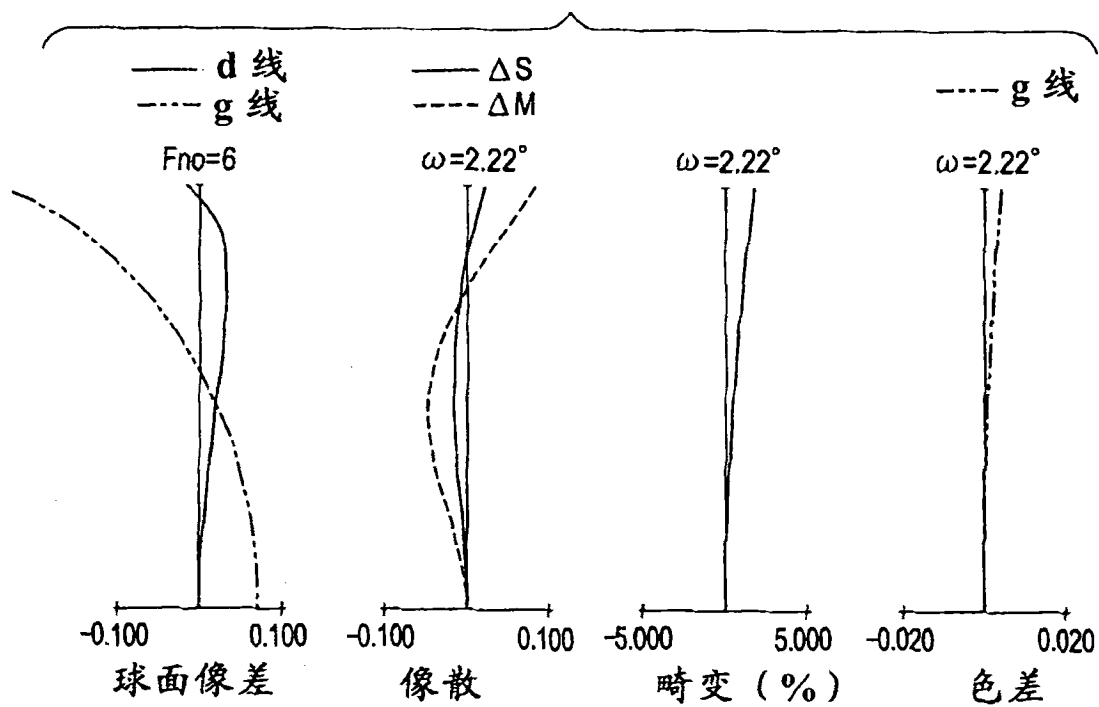


图 6C

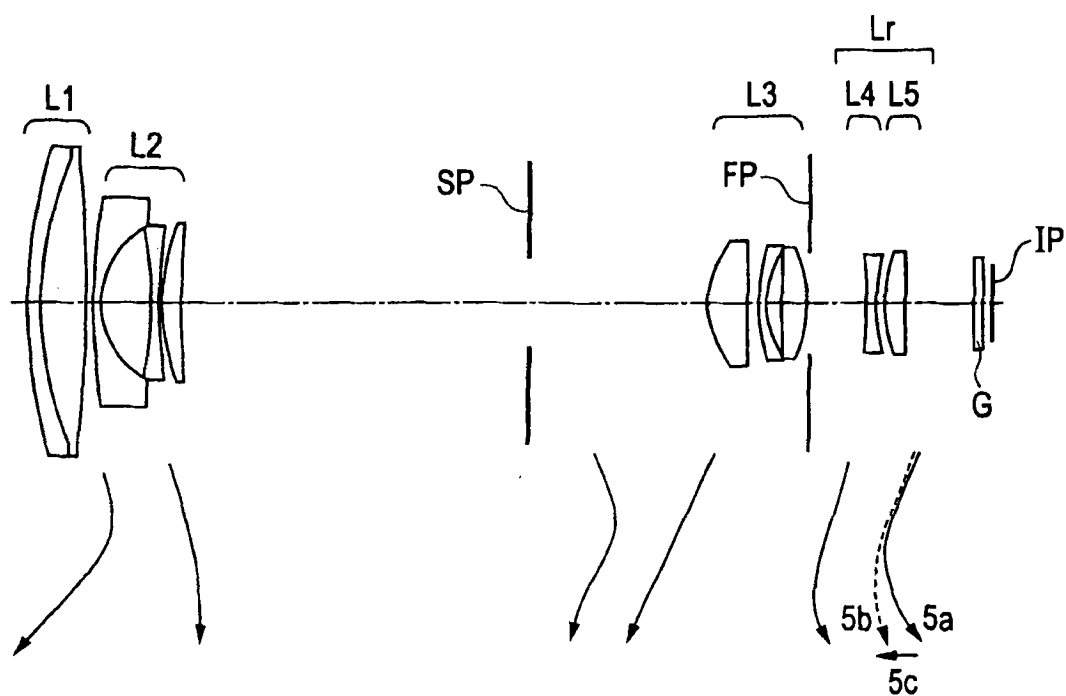


图 7

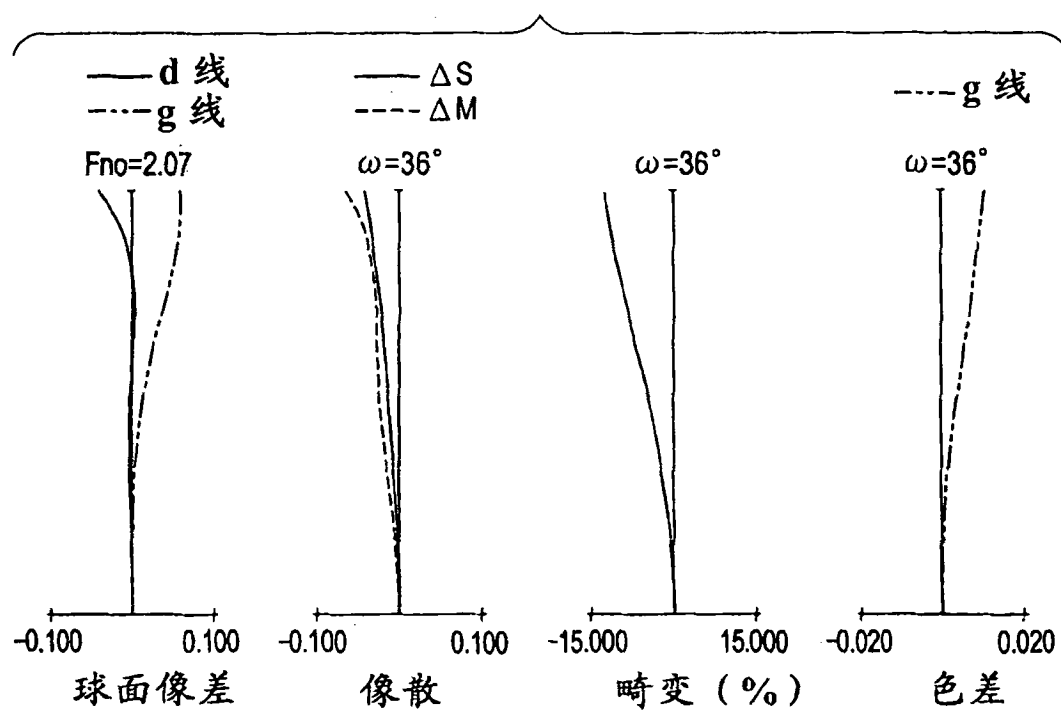


图 8A

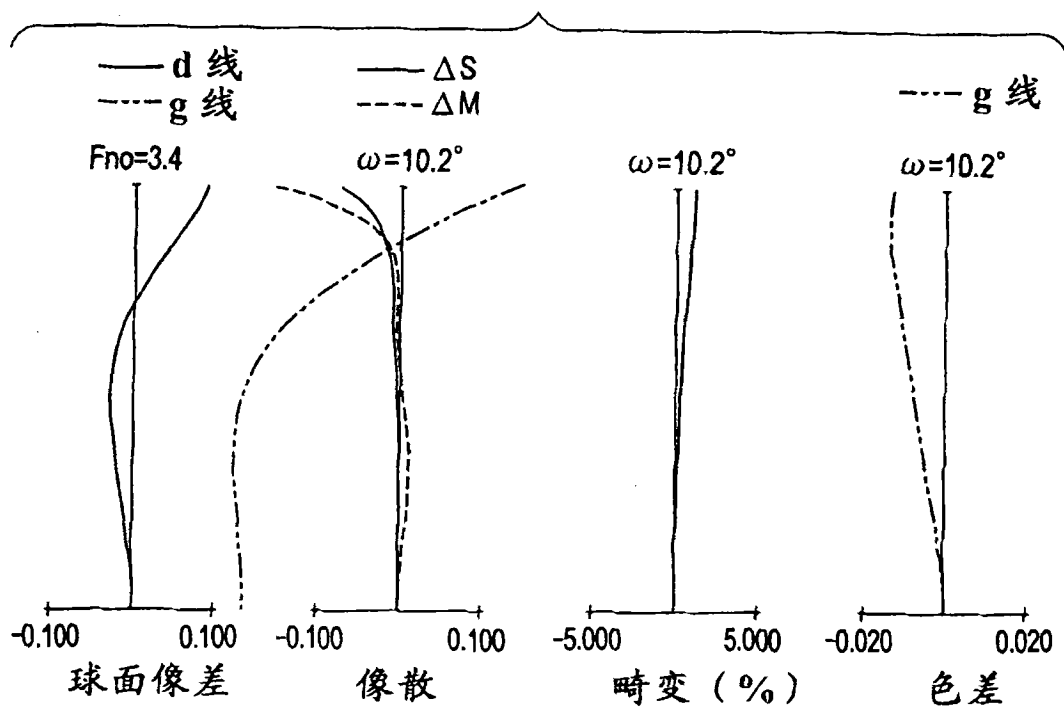


图 8B

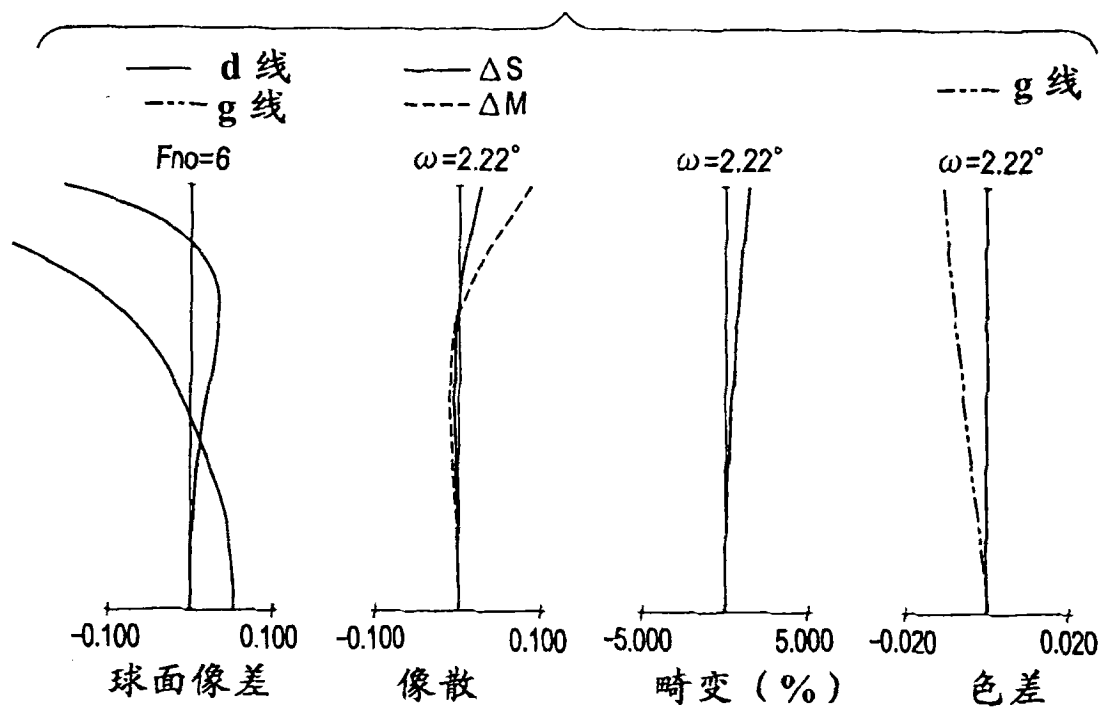


图 8C

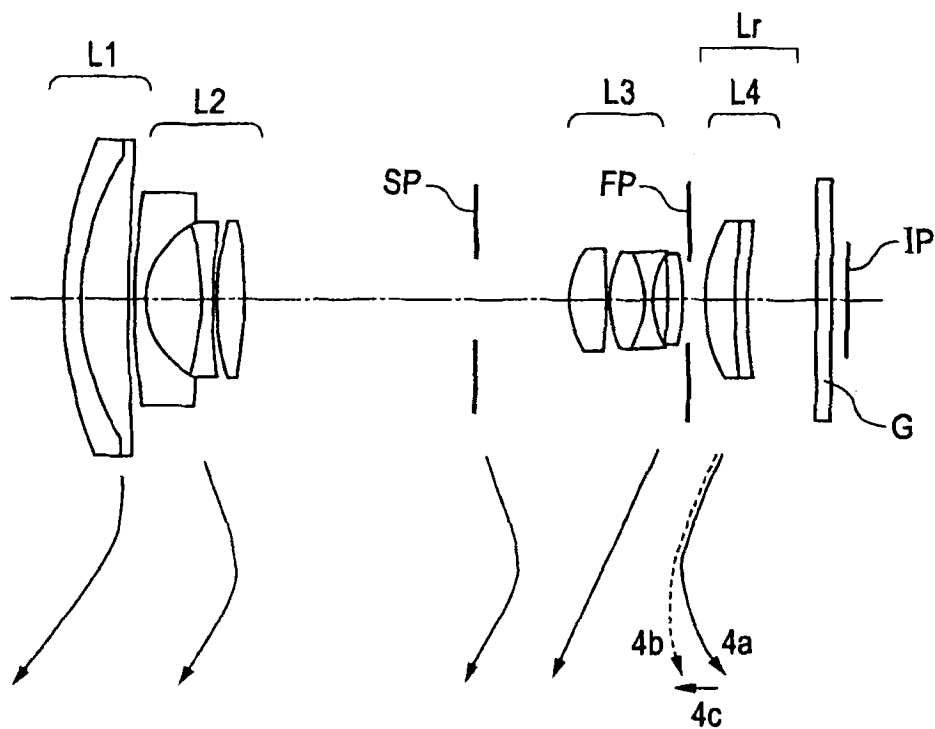


图 9

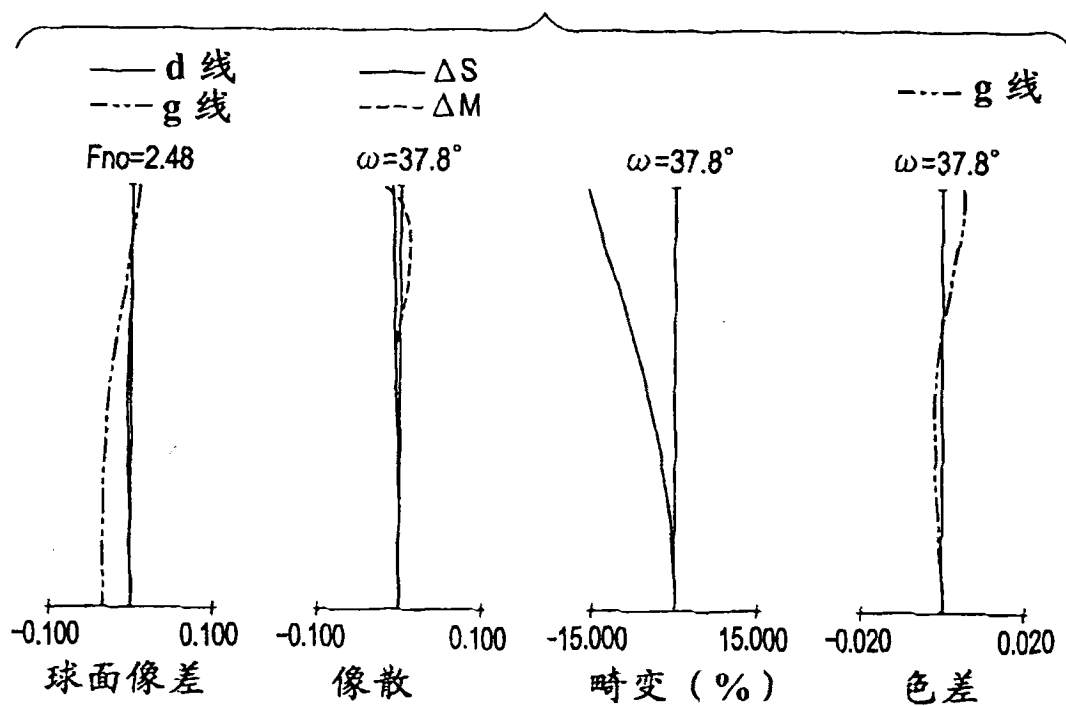


图 10A

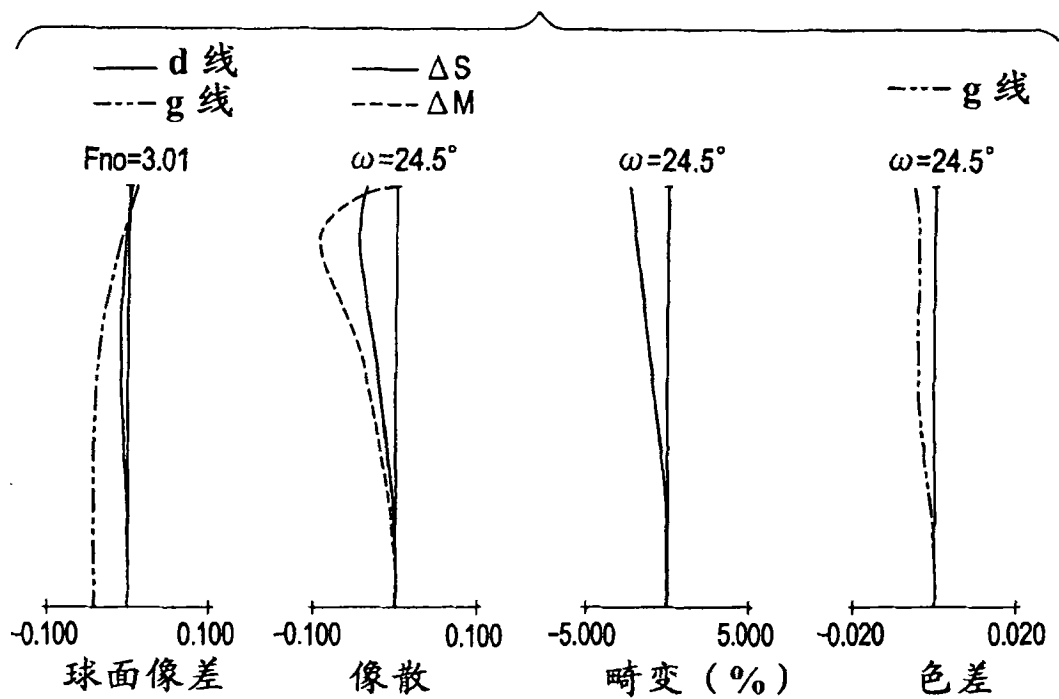


图 10B

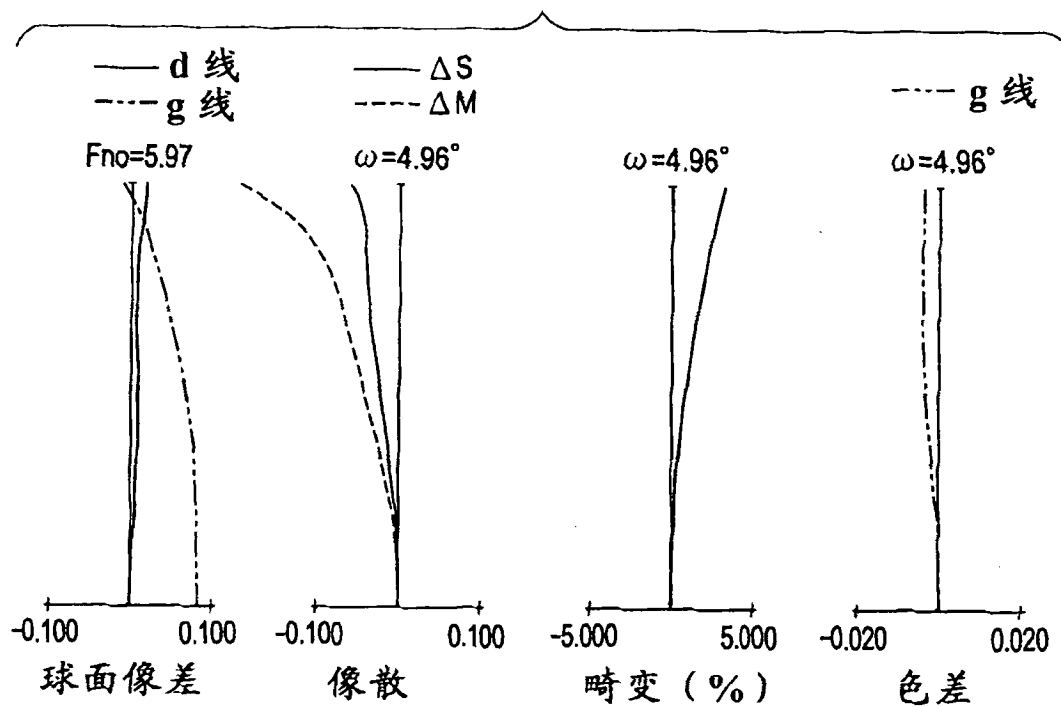


图 10C

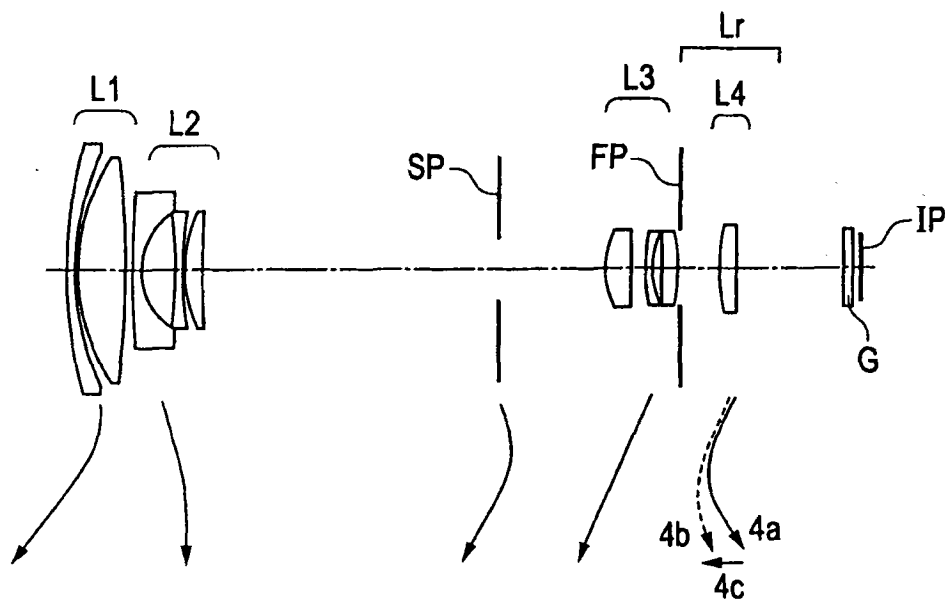


图 11

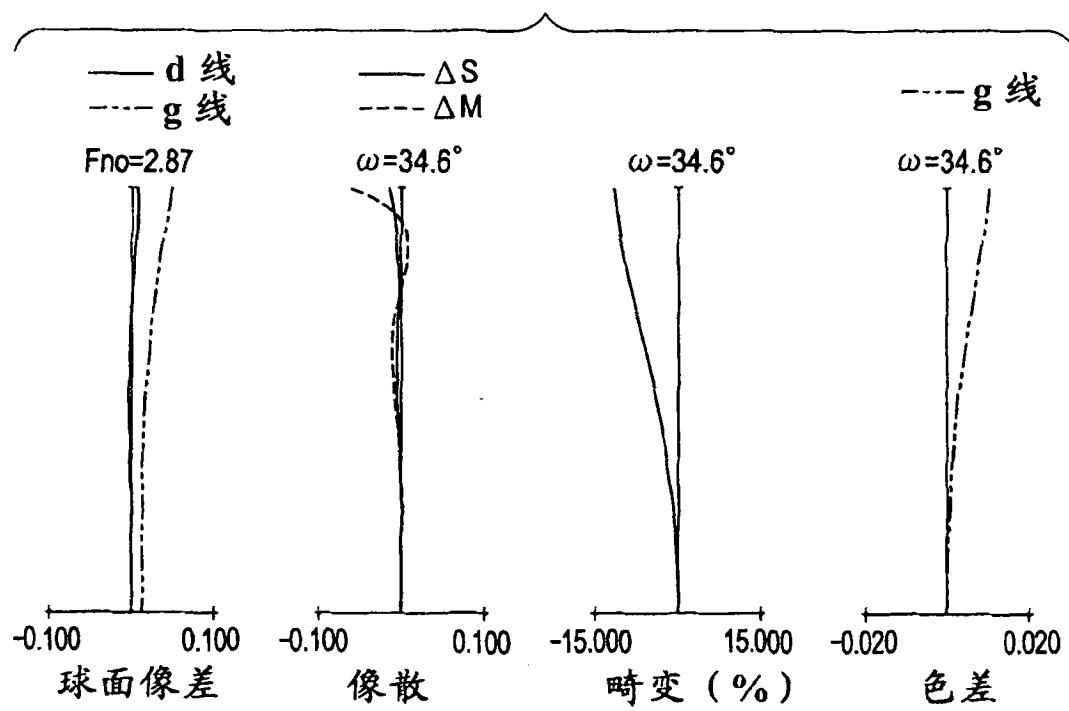


图 12A

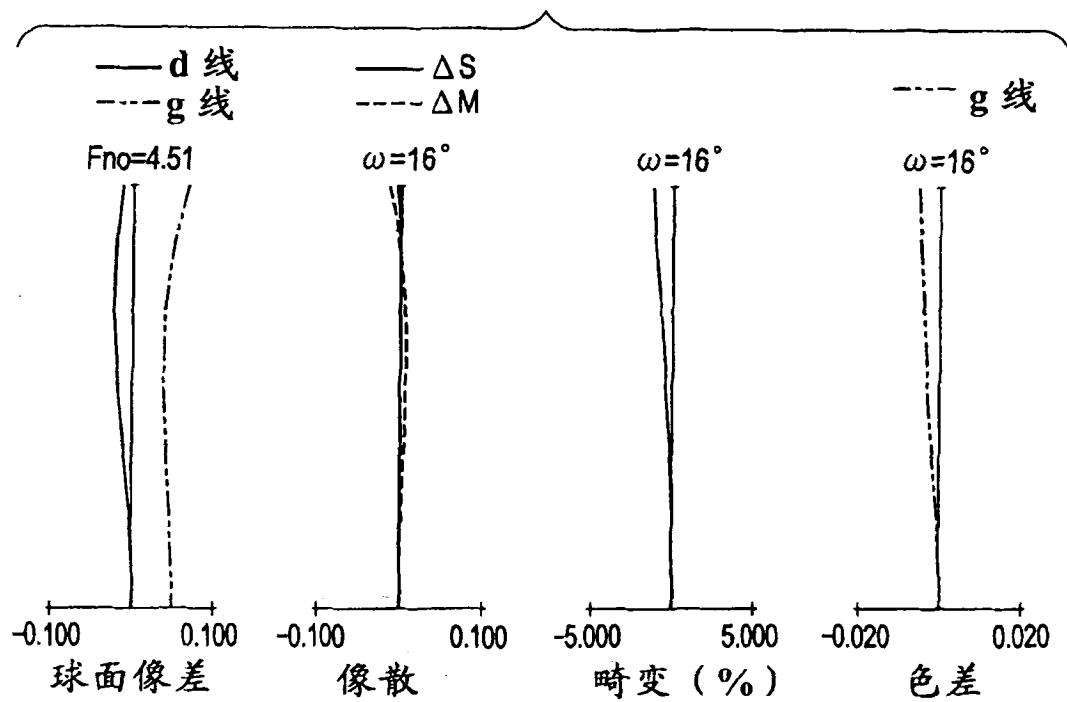


图 12B

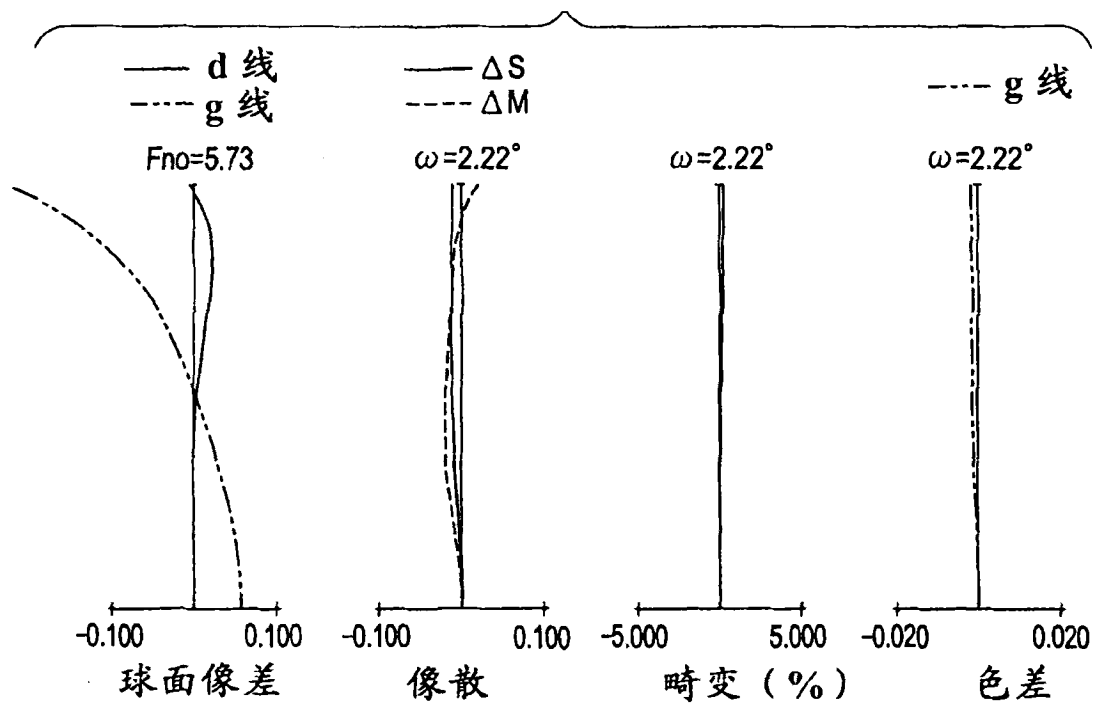


图 12C

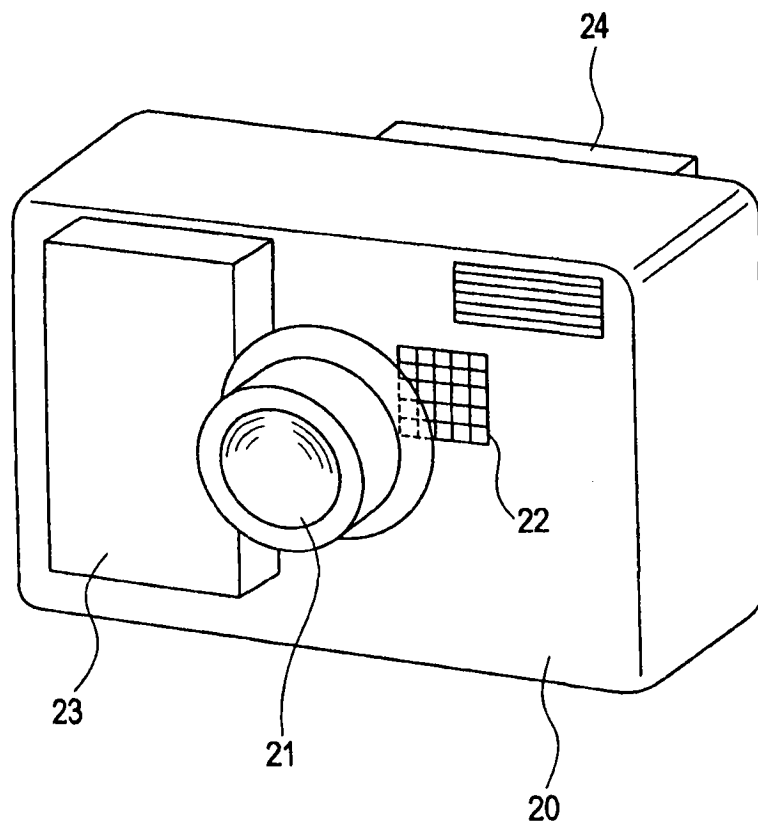


图 13