



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102540433 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201110433911. X

US 7215482 B2, 2007. 05. 08,

(22) 申请日 2011. 12. 22

审查员 王珏

(30) 优先权数据

2010-290046 2010. 12. 27 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 难波则广

(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 15/177(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101852912 A, 2010. 10. 06,

US 7477456 B2, 2009. 01. 13,

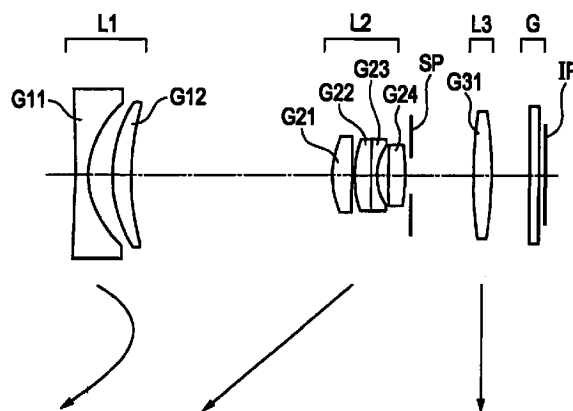
权利要求书1页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

变焦透镜和装备有变焦透镜的图像拾取设备

(57) 摘要

本发明涉及变焦透镜和装备有变焦透镜的图像拾取设备。所述变焦透镜从其物侧起依次包括：具有负折光力的第一透镜单元；具有正折光力的第二透镜单元；以及具有正折光力的第三透镜单元。在从广角端到望远端变焦时，透镜单元以这样的方式移动：使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离减小并且第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离增大。所述变焦透镜满足条件“ $0.35 < |f1|/ft < 0.55$ ”和“ $1.80 < N_{pa}$ ”，其中， ft 是整个系统在望远端处的焦距， $f1$ 是第一透镜单元的焦距，并且， N_{pa} 是整个系统中的所有正透镜的材料的折射率的平均值。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧依次包括:具有负折光力的第一透镜单元;具有正折光力的第二透镜单元;以及具有正折光力的第三透镜单元,其中,在从广角端到望远端变焦时,透镜单元以这样的方式移动:使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离减小并且第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离增大,

其中,第一透镜单元从物侧到像侧依次包括具有负折光力的负透镜和具有正折光力的正透镜,并且,所述变焦透镜满足下述条件:

$$0.35 < |f1|/ft < 0.55, \text{ 以及}$$

$$1.80 < N_{pa}, \text{ 以及}$$

$$3.10 < f_{pa}/f_w < 4.00,$$

其中, f_t 是整个系统在望远端处的焦距, f_1 是第一透镜单元的焦距,并且, N_{pa} 是整个系统中的所有正透镜的材料的折射率的平均值, f_{pa} 是整个系统中的所有正透镜的焦距的平均值,并且, f_w 是整个系统在广角端处的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$1.80 < N_{na},$$

其中, N_{na} 是整个系统中的所有负透镜的材料的折射率的平均值。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$-0.30 < f_{na}/ft < -0.10,$$

其中, f_{na} 是整个系统中的所有负透镜的焦距的平均值。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$0.30 < f_2/ft < 0.55,$$

其中, f_2 是第二透镜单元的焦距。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$0.80 < f_3/ft < 1.30,$$

其中, f_3 是第三透镜单元的焦距。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$0.70 < M_2/ft < 1.10,$$

其中, M_2 是在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元的移位量。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$35.0 < v_{pa} < 43.0,$$

其中, v_{pa} 是整个系统中的所有正透镜的材料的阿贝常数的平均值。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜满足下述条件:

$$30.0 < v_{na} < 33.0,$$

其中, v_{na} 是整个系统中的所有负透镜的材料的阿贝常数的平均值。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,在从无限远处的物体聚焦到近距离处的物体时,第三透镜单元向着物侧移动。

10. 一种图像拾取设备,包括:

根据权利要求1-9中的任何一项所述的变焦透镜;以及

光电转换元件,所述光电转换元件接收通过所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和装备有变焦透镜的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及适用于诸如数字静物照相机、摄像机和 TV 照相机之类的图像拾取设备的变焦透镜。

背景技术

[0002] 作为用于图像拾取设备的拍摄光学系统,需要具有覆盖广角的变焦范围、高的光学性能和短的总体长度且具有高变焦比的小变焦透镜。当被在使用固态图像拾取元件的照相机中时,要求变焦透镜具有较长的后焦距 (back focus),因为在这种照相机中诸如低通滤波器和颜色校正滤波器之类的各种光学部件被设置在透镜的后端和图像拾取元件之间。此外,当被在使用用于彩色图像的图像拾取元件的图像拾取设备中时,期望变焦透镜在像侧具有良好的远心特性 (telecentricity),以防止颜色阴影 (color shading)。

[0003] 作为总体尺寸小且具有长的后焦距和在像侧具有良好的远心特性的变焦透镜,具有负折光力的透镜单元被放置为最靠近物侧的负先导型 (negative-lead) 变焦透镜是已知的。

[0004] 存在已知的三单元、负先导型变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次包括具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元和具有正折光力的第三透镜单元。存在已知的这种类型的三单元变焦透镜,其在像侧是远心的,并且具有长的后焦距和广的场角 (field angle) (如在例如美国专利 No. 7, 920, 334 和美国专利申请 No. 2010/0091381 中所公开的)。

[0005] 在三单元变焦透镜中,为了在使系统的总体尺寸小的同时在整个变焦范围上实现高的光学性能,适当地布置透镜单元的折光力和透镜配置是重要的。特别地,为了在整个变焦范围上在减小的像场弯曲的情况下实现优异的光学性能,适当地选择用于变焦透镜系统中的第一透镜单元的折光力、正透镜和负透镜的折光力与材料是重要的。例如,为了在整个变焦范围上实现平坦的像场,使 Petzval 和 (Petzval sum) 小是重要的。为此,有效的是将多个正透镜布置为有助于整个系统的正折光力以及使用每一个都由具有高折射率的材料制成的正透镜。

[0006] 在美国专利 No. 7, 920, 334 中公开的实施例中,整个系统中的正透镜的材料的折射率的平均值在 1.65 到 1.71 的范围中。在美国专利申请 No. 2010/0091381 的情况下,正透镜的材料的折射率的平均值在 1.70 到 1.77 或更小的范围中。如果以减少总体尺寸的角度来看在这些文献中所公开的透镜系统中折光力增大而正透镜的数目没有增加,则将导致 Petzval 和的增大,从而导致强的像场弯曲。特别地,如果要实现高的变焦比和小的总体尺寸,则在整个变焦范围上实现平坦的像场将是非常困难的。

[0007] 本发明的一个目的是,提供一种总体尺寸小且在整个变焦范围上具有高的光学性能的变焦透镜,并且,提供一种装备有这样的变焦透镜的图像拾取设备。

发明内容

[0008] 一种变焦透镜,从物侧到像侧依次包括:具有负折光力的第一透镜单元;具有正折光力的第二透镜单元;以及具有正折光力的第三透镜单元,其中,在从广角端到望远端变焦时,透镜单元以这样的方式移动,使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离减小并且第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离增大,并且,变焦透镜满足下述条件:

[0009] $0.35 < |f1|/ft < 0.55$, 以及

[0010] $1.80 < Npa$,

[0011] 其中, ft 是整个系统在望远端处的焦距, $f1$ 是第一透镜单元的焦距, 并且, Npa 是整个系统中的所有正透镜的材料的折射率的平均值。

[0012] 根据下面参照附图的示例性实施例的描述,本发明的进一步的特征将变得清晰。

附图说明

[0013] 图 1 是根据本发明的数值实施例 1 的变焦透镜的横截面图。

[0014] 图 2A、2B 和 2C 是本发明的数值实施例 1 分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0015] 图 3 是根据本发明的数值实施例 2 的变焦透镜的横截面图。

[0016] 图 4A、4B 和 4C 是本发明的数值实施例 2 分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0017] 图 5 是根据本发明的数值实施例 3 的变焦透镜的横截面图。

[0018] 图 6A、6B 和 6C 是本发明的数值实施例 3 分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0019] 图 7 是根据本发明的数值实施例 4 的变焦透镜的横截面图。

[0020] 图 8A、8B 和 8C 是本发明的数值实施例 4 分别在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0021] 图 9 是示意性地示出根据本发明的图像拾取设备的相关部分的透视图。

具体实施方式

[0022] 现在将根据附图详细地描述本发明的优选实施例。

[0023] 根据本发明的变焦透镜从物侧到像侧依次包括具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元和具有正折光力的第三透镜单元。在从广角端到望远端变焦时,透镜单元以这样的方式移动,使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离减小,并且第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离增大。

[0024] 图 1 是根据本发明第一实施例的变焦透镜在变焦范围的广角端处(即,在最短焦距处)的横截面图。图 2A、2B 和 2C 分别示出根据第一实施例的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处和在望远端处(即,在最长焦距处)的像差。根据第一实施例的变焦透镜具有 4.75 的变焦比和 2.88 到 6.09 的孔径比(F 数)。图 3 是根据本发明第二实施例的变焦透镜在广角端处的横截面图。图 4A、4B 和 4C 分别示出根据第二实施例的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处和在望远端处的像差。根据第二实施例的变焦透镜具有 6.20 的变焦比和 2.73 到 6.96 的孔径比。图 5 是根据本发明第三实施例的变焦透镜在广角端处的横截面图。图 6A、6B 和 6C 分别示出根据第三实施例的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置

处和在望远端处的像差。根据第三实施例的变焦透镜具有 4.82 的变焦比和 2.84 到 6.08 的孔径比。图 7 是根据本发明第四实施例的变焦透镜在广角端处的横截面图。图 8A、8B 和 8C 分别示出根据第四实施例的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处和在望远端处的像差。根据第四实施例的变焦透镜具有 4.74 的变焦比和 2.66 到 6.01 的孔径比。图 9 是示出装备有根据本发明的变焦透镜的数字照相机的相关部分的示意图。

[0025] 根据实施例的变焦透镜是用于图像拾取设备中的拍摄透镜系统。在变焦透镜的横截面图中,左侧是物侧(或前侧),右侧是像侧(或后侧)。在横截面图中,构成每个透镜单元的透镜的分组(grouping)由 L_i ($i = 1, 2$ 和 3 , 按照从物侧到像侧的顺序)表示。下面将描述根据第一实施例至第四实施例的变焦透镜。在图 1、3、5 和 7 的横截面图中所示的变焦透镜均具备具有负折光力的第一透镜单元 $L1$ 、具有正折光力的第二透镜单元 $L2$ 和具有正折光力的第三透镜单元 $L3$ 。这里,折光力是指等于焦距的倒数的光焦度。

[0026] 根据实施例的变焦透镜中的每一个都具有 F 数确定构件 SP(在下文中将也被称为“孔径光阑”),该 F 数确定构件 SP 充当限定(或约束)开放 F 数光束(open F-number beam)或者全孔径处的光束的孔径光阑。孔径光阑 SP 被设置在第二透镜单元 $L2$ 的像侧。根据实施例的变焦透镜中的每一个都具有诸如滤光器、面板、石英低通滤波器和/或红外截止滤波器的光学块 G。此外,在横截面图中还示出像面 IP,当变焦透镜用作摄像机或数字静物照相机的拍摄光学系统时,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)的图像拾取表面被置于该像面 IP 中。当变焦透镜用作胶片照相机的拍摄光学系统时,胶片的感光表面被置于像面中。

[0027] 在示出球面像差的像差图中,实线表示关于 d 线的球面像差,双点划线表示关于 g 线的球面像差。在示出像散的像差图中,实线是关于子午像表面的,虚线是关于弧矢像表面的。示出色差的像差图是关于 g 线的。

[0028] 在根据实施例的变焦透镜中的每一个中,在从广角端到望远端变焦时,第一透镜单元 $L1$ 沿着向像侧凸起的轨迹往复移动,第二透镜单元 $L2$ 向物侧移动,第三透镜单元 $L3$ 向像侧移动。在变焦时,透镜单元以这样的方式移动,使得第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 之间的距离在望远端处比在广角端处小,并且第二透镜单元 $L2$ 和第三透镜单元 $L3$ 之间的距离在望远端处比在广角端处大。在根据实施例的变焦透镜中的每一个中,主要通过移位第二透镜单元 $L2$ 来改变倍率,并且,通过使第一透镜单元 $L1$ 向前或向后移位来补偿像点随着倍率变化的移位。

[0029] 根据实施例的变焦透镜具有其中第一透镜单元 $L1$ 具有负折光力的负先导型折光力布置。通过该折光力布置,将在提供所需的后焦距的长度的同时实现广的场角和小的前透镜直径。第三透镜单元 $L3$ 具有正折光力,以在出射光瞳和像面之间提供足够大的距离并使固态图像拾取元件上的光线的入射角小。结果,可以使得固态图像拾取元件上的阴影小。从无限远处的物体到近距离处的物体的聚焦操作通过使第三透镜单元 $L3$ 向着物侧移位来执行。可替换地,聚焦操作可以通过使第一透镜单元 $L1$ 移位来执行。F 数确定构件 SP 关于光轴的方向被设置在第二透镜单元 $L2$ 的像侧。以这样的方式设置孔径光阑 SP 允许减小在望远端处的第一透镜单元 $L1$ 和第二透镜单元 $L2$ 之间的距离。结果,第二透镜单元 $L2$ 可以向物侧在足够大的距离上移动,以便变焦。因此,将在实现高的变焦比的同时防止变焦透镜总体长度的增加。

[0030] 在每一个实施例中,满足下述条件:

[0031] $0.35 < |f1|/ft < 0.55$ (1),以及

[0032] $1.80 < Npa$ (2),

[0033] 其中, $f1$ 是第一透镜单元 L1 的焦距, ft 是整个系统在望远端处的焦距,并且, Npa 是整个系统中的具有正折光力的所有透镜(所有正透镜)的材料的折射率的平均值。

[0034] 条件(1)涉及第一透镜单元 L1 的焦距。如果第一透镜单元 L1 的焦距如此大以至于超出了条件(1)的上限,换句话说,如果第一透镜单元 L1 的折光力如此低以至于超出了条件(1)的上限,则使离轴光束弯曲的效果将在广角端处变弱。由于第一透镜单元 L1 的有效光学直径在广角端处由离轴光束确定,所以在广角端处使离轴光束弯曲的效果的弱化将导致第一透镜单元 L1 的透镜直径的增大。于是,将难以减小系统的总体尺寸。

[0035] 如果第一透镜单元 L1 的焦距如此小以至于没有达到条件(1)的下限,换句话说,如果第一透镜单元 L1 的折光力如此高以至于没有达到条件(1)的下限,则在变焦范围的广角端处在第一透镜单元 L1 中将不希望地产生大的诸如像场弯曲、畸变和横向色差的像差。

[0036] 条件(2)涉及整个系统中的所有正透镜的材料的折射率的平均值。 $Petzval$ 和被定义为透镜的折光力除以相应透镜的折射率所得的值的和。为了在整个变焦范围上使像场弯曲小,使 $Petzval$ 和小是有效的。为了在不增加透镜的数目的情况下使 $Petzval$ 和小,使用每一个由具有高折射率的材料制成的正透镜将是有效的。如果正透镜的材料的折射率的平均值如此小以至于没有达到条件(2)的下限,则 $Petzval$ 和将过大。这将不希望地导致高的像场弯曲。更加希望的是,条件(1)和(2)的数值范围被设置如下:

[0037] $0.38 < |f1|/ft < 0.54$ (1a),以及

[0038] $1.810 < Npa$ (2a)。

[0039] 如上所述,根据实施例,通过适当地选择整个系统中的正透镜的材料的折射率和第一透镜单元 L1 的焦距,获得总体尺寸小的具有广的场角和被良好地校正的像差的变焦透镜。在实施例中,更加优选的是,进一步满足下述条件中的一个或多个:

[0040] $3.00 < fpa/fw < 4.00$ (3),

[0041] $1.80 < Nna$ (4),

[0042] $-0.30 < fna/ft < -0.10$ (5),

[0043] $0.30 < f2/ft < 0.55$ (6),

[0044] $0.80 < f3/ft < 1.30$ (7),

[0045] $0.70 < M2/ft < 1.10$ (8),

[0046] $35.0 < vpa < 43.0$ (9),以及

[0047] $30.0 < vna < 33.0$ (10),

[0048] 其中, fpa 是整个系统中的所有正透镜的焦距的平均值, vpa 是整个系统中的所有正透镜的材料的阿贝常数, Nna 是整个系统中的所有负透镜的材料的折射率的平均值, vna 是整个系统中的所有负透镜的材料的阿贝常数, fna 是整个系统中的所有负透镜的焦距的平均值, $f2$ 是第二透镜单元 L2 的焦距, $f3$ 是第三透镜单元 L3 的焦距, fw 是整个系统在广角端处的焦距, $M2$ 是在从广角端到望远端变焦时第二透镜单元 L2 的移位量(或者,移位距离)($M2$ 是正值)。

[0049] 条件(3)涉及整个系统中的正透镜的焦距的平均值。如果焦距的平均值如此大以

至于超出了条件 (3) 的上限,则正透镜的折光力平均地是低的。于是,将难以实现广的视角和总体尺寸的紧凑。如果焦距的平均值如此小以至于没有达到条件 (3) 的下限,则正透镜的折光力平均地是高的。于是,即使在正透镜中使用具有高折射率的材料,也将难以使得 Petzval 和小,从而不希望地导致大的像场弯曲。

[0050] 条件 (4) 涉及整个系统中的所有负透镜的材料的平均折射率。为了通过增大第一透镜单元 L1 的折光力来实现前透镜的有效直径的减小,需要增大第一透镜单元 L1 中的负透镜的折光力。这将导致在广角变焦范围中由负透镜产生的高阶像场弯曲的增大以及在望远变焦范围中由负透镜产生的球面像差的增大。为了通过具有高折光力的第二透镜单元在使变焦透镜的总体长度短的同时实现消色差 (achromatism) (即,色差的校正),需要第二透镜单元 L2 中的负透镜具有有些高的折光力。如果第二透镜单元中的负透镜的折光力高,则将在整个变焦范围上产生大的球面像差和彗差 (coma)。为了消除这些缺点,需要整个系统中的负透镜由具有较高的平均折射率的材料制成。如果没有达到条件 (4) 的下限,则将难以在使系统的总体尺寸小的同时令人满意地校正广角变焦范围中的高阶像场弯曲、球面像差和彗差。

[0051] 条件 (5) 涉及整个系统中的所有负透镜的平均焦距。由于透镜系统整体上具有正的折光力,所以 Petzval 和趋向于为正。增大负透镜的折光力可以使 Petzval 和向着负侧改变。如果负透镜的平均折光力如此低以至于没有达到条件 (5) 的下限,则将难以使 Petzval 和向着负侧改变或者减小 Petzval 和,并且,像场弯曲将变高。如果负透镜的平均折光力如此高以至于超出了条件 (5) 的上限,则在广角变焦范围中第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 将产生大的高阶像场弯曲、球面像差和彗差,并且,将难以令人满意地校正这些像差。

[0052] 条件 (6) 涉及第二透镜单元 L2 的焦距。如果第二透镜单元 L2 的焦距如此长以至于超出了条件 (6) 的上限,换句话说,如果第二透镜单元 L2 的折光力如此低以至于超出了条件 (6) 的上限,则第二透镜单元 L2 为了实现高变焦比而需要移动的距离将变大。于是,在望远端处系统的总体光学长度将变大,并且,将难以使总体尺寸小。另一方面,如果第二透镜单元 L2 的焦距如此短以至于没有达到条件 (6) 的下限,换句话说,如果第二透镜单元 L2 的折光力如此高以至于没有达到条件 (6) 的下限,则即使使用具有高折射率的材料,也将难以使 Petzval 和小。特别地,在系统由少量透镜构成的情况下,将难以使系统的总体尺寸小和实现像场弯曲的校正。

[0053] 条件 (7) 涉及第三透镜单元 L3 的焦距。如果第三透镜单元 L3 的焦距如此长以至于超出了条件 (7) 的上限,换句话说,如果第三透镜单元 L3 的折光力如此低以至于超出了条件 (7) 的上限,则使出射光瞳移位离开像面的效果将降低。因此,在与固态图像拾取元件一起使用变焦透镜时,将出现显著程度的阴影。另外,在通过使第三透镜单元 L3 移位来执行聚焦操作的情况下,用于聚焦的第三透镜单元 L3 的移位量将变大,从而难以使系统的总体尺寸减小。如果第三透镜单元 L3 的焦距如此短以至于没有达到条件 (7) 的下限,换句话说,如果第三透镜单元 L3 的折光力如此高以至于没有达到条件 (7) 的下限,则 Petzval 和将变大,从而导致像场弯曲的不希望的增大。然而,如果增加第三透镜单元 L3 中的正透镜的数目以减小 Petzval 和,则使系统的总体尺寸小将变得困难。

[0054] 条件 (8) 涉及在从广角端到望远端变焦时第二透镜单元 L2 的移位量。如果该移位量如此大以至于超出了条件 (8) 的上限,则在望远端处的总体光学长度将是大的,并且,

将难以使系统的总体尺寸小。如果该移位量如此小以至于没有达到条件 (8) 的下限,则将需要使第二透镜单元 L2 具有高的折光力,以便实现期望的变焦比。于是,第二透镜单元 L2 将产生大的诸如球面像差、彗差和像场弯曲的像差。如果第二透镜单元 L2 中的透镜的数目被增大以校正这些像差,则使系统的总体尺寸小将变得困难。如果条件 (6) 和 (8) 都被满足,则提供总体尺寸小的且具有高变焦比的系统将是容易的。

[0055] 条件 (9) 涉及整个系统中的所有正透镜的材料的平均阿贝常数。现有的具有高折射率的低色散光学材料很少。如果正透镜的材料的平均阿贝常数如此大以至于超出了条件 (9) 的上限,换句话说,如果正透镜的材料平均地表现出低色散,则使它们具有高的折射率将是困难的。于是,将难以使 Petzval 和小。特别地,在透镜单元的折光力被设计为高以使系统的总体尺寸小的情况下,用少量的透镜优异地校正像场弯曲将是困难的。如果正透镜的材料的平均阿贝常数如此小以至于没有达到条件 (9) 的下限,换句话说,如果正透镜的材料平均地表现出高色散,则将产生大的色差。例如,第二透镜单元 L2 将产生轴向色差,并且,第三透镜单元 L3 将产生横向色差。

[0056] 条件 (10) 涉及整个系统中的所有负透镜的材料的平均阿贝常数。如果负透镜的材料的平均阿贝常数如此大以至于超出了条件 (10) 的上限,换句话说,如果负透镜的材料平均地具有低色散,则由第二透镜单元 L2 中的负透镜产生的消色差的效果将变低,从而导致在整个变焦范围上对轴向色差的校正不足。现有的具有高折射率的低色散光学材料很少。因此,如果第一透镜单元 L1 中的负透镜的材料具有显著低的色散,则为了减小系统的总体尺寸而增大折光力将导致广角变焦范围中的大的像场弯曲和望远变焦范围中的大的球面像差。另一方面,如果负透镜的平均阿贝常数如此小以至于没有达到条件 (10) 的下限,则第二透镜单元 L2 中的负透镜的材料将具有高的色散,从而产生大的二次光谱。

[0057] 高色散材料一般地具有高的相对部分色散。因此,如果使用高色散材料,则在短波长范围中消色差是过度校正的,从而趋于导致蓝色区中或其附近的彩色边缘效应 (color fringing)。此外,如果第一透镜单元 L1 中的负透镜的材料具有显著高的色散,则将产生大的横向色差。

[0058] 更加优选的是,条件 (3) ~ (10) 的数值范围被进一步限制如下:

[0059] $3.10 < f_{pa}/f_w < 3.85$ (3a),

[0060] $1.81 < N_{na}$ (4a),

[0061] $-0.27 < f_{na}/f_t < -0.15$ (5a),

[0062] $0.35 < f_2/f_t < 0.53$ (6a),

[0063] $0.85 < f_3/f_t < 1.25$ (7a),

[0064] $0.80 < M_2/f_t < 1.00$ (8a),

[0065] $36.0 < v_{pa} < 42.8$ (9a), 以及

[0066] $31.0 < v_{na} < 32.9$ (10a)。

[0067] 根据上述的实施例,可以提供这样的变焦透镜:所述变焦透镜总体尺寸小,具有 4.7 或更高的高变焦比,并且在整个变焦范围上在小的像场弯曲的情况下具有优异的光学性能。

[0068] 下面将描述实施例中的透镜配置。在所有的实施例中,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括:具有面向像侧的凹表面的负透镜 G11,和具有面向物侧的凸表面的正透镜

G12。通过这种配置,使得前透镜的有效直径小,并且优异地校正色差。负透镜 G11 和正透镜 G12 均由具有高折射率的材料制成。通过使用具有高折光力的材料,在实现期望的折光力的同时,可以使透镜表面的曲率较低,从而减少广角变焦范围中的诸如像场弯曲的像差和望远变焦范围中的球面像差。另外,正透镜 G12 由具有小的阿贝常数的高色散材料制成,使得负透镜 G11 和正透镜 G12 之间的阿贝常数之差是大的。因此,在折光力不那么高的情况下校正色差。此外,负透镜 G11 的两个表面都是非球面表面,从而在实现广的场角和小的总体尺寸的同时优异地校正广角变焦范围中的像场弯曲和像散。即使负透镜 G11 的仅像侧透镜表面是非球面表面,也将获得相同的效果。

[0069] 在第一实施例至第三实施例中,第二透镜单元 L2 从物侧到像侧依次包括:具有面向物侧的凸表面的正透镜 G21,由正透镜 G22 和负透镜 G23 构成的具有负折光力的胶合透镜,以及正透镜 G24。在第四实施例中,第二透镜单元 L2 从物侧到像侧依次包括:由正透镜 G21 和负透镜 G22 构成的具有正折光力的胶合透镜,以及正透镜 G23。在所有的实施例中,第二透镜单元 L2 中的正透镜均由具有高折射率的材料制成。通过使用具有高折射率的材料,可以使透镜细长,并且可以使 Petzval 和小。因此,可以优异地校正像场弯曲。为了实现高的变焦比,需要第二透镜单元 L2 具有高的折光力。每一个由具有高折射率的材料制成的正透镜便于实现平坦的场。此外,第二透镜单元 L2 中的负透镜也由具有高折射率的材料制成。因此,优异地校正了球面像差和彗差。

[0070] 在所有的实施例中,第三透镜单元 L3 包含正透镜 G31。由于第三透镜单元 L3 由一个透镜构成,所以它重量轻且容易驱动。这能够实现快速的聚焦操作。第三透镜单元 L3 中的正透镜 G31 由具有高折射率的材料制成。通过使用具有高折射率的材料,可以使透镜细长,并且可以使 Petzval 和小。在根据实施例的变焦透镜中,可以使透镜单元中的任何一个在垂直于光学系统的方向上移动,以使成像位置移位,从而在照相机抖动时使图像稳定。

[0071] 下面将描述对应于本发明的第一实施例至第四实施例的数值实施例 1 至 4。在数值实施例中,呈现了从物侧算起的光学表面的表面编号 i、从物侧算起的第 i 透镜表面的曲率半径 r_i 、第 i 光学表面和第 (i+1) 光学表面之间的透镜厚度或空气距离 d_i 、第 i 光学表面和第 (i+1) 光学表面之间的材料的关于 d 线的折射率 n_{di} 、第 i 光学表面和第 (i+1) 光学表面之间的材料的阿贝常数 v_{di} 。在表 1 中,对于所有的数值实施例,呈现了与上述条件相关的值。在具有沿着光轴方向而取的其正方向被定向在光线的传播方向上的 X 轴和沿着垂直于光轴的方向而取的 H 轴的坐标系中,非球面表面形状由以下公式表达:

$$[0072] \quad X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}}$$

$$[0073] \quad + A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8 + A10 \times H^{10} + A12 \times H^{12},$$

[0074] 其中,R 是旁轴曲率半径,K 是圆锥 (conic) 常数,A4、A6、A8、A10 和 A12 是非球面系数。在数值实施例的数据中,像“e+X”和“e-X”那样的表达式分别代表“ 10^{+X} ”和“ 10^{-X} ”。后焦距 BF 是以等效空气长度表达的从最后一个透镜表面到旁轴像面的距离。总体透镜长度 (OLL) 是从最前的透镜表面到最后一个透镜表面的距离与后焦距 BF 之和。非球面表面用作为表面编号的后缀的星号标记。

[0075] [数值实施例 1]

[0076] 下表中的长度以毫米为单位。

[0077]

表面数据
表面编号

	r	d	nd	vd
1*	-70.070	1.00	1.84954	40.1
2*	6.688	1.91		
3	10.503	1.53	1.94595	18.0
4	20.495	(可变)		
5*	6.820	1.60	1.85135	40.1
6	222.233	0.20		
7	8.056	1.25	1.80400	46.6
8	44.556	0.50	1.80809	22.8
9	3.925	0.95		
10*	317.377	1.30	1.76802	49.2
11*	-18.077	0.50		
12 (光阑)	∞	(可变)		
13	32.356	1.50	1.71300	53.9
14	-30.223	(可变)		
15	∞	0.80	1.51633	64.1
16	∞	(可变)		
像面	∞			

[0078] 非球面表面数据

[0079] 第一表面

[0080] $K = -3.87519e+001$ $A4 = 1.00832e-005$ $A6 = 2.70500e-006$ [0081] $A8 = -5.94864e-008$ $A10 = 2.56058e-010$ $A12 = 1.73400e-012$

[0082] 第二表面

[0083] $K = -1.39145e+000$ $A4 = 3.56819e-004$ $A6 = 7.55304e-006$ [0084] $A8 = -1.43040e-007$ $A10 = 2.05905e-009$ $A12 = -4.52444e-011$

[0085] 第五表面

[0086] $K = -2.27089e-001$ $A4 = -3.07024e-004$ $A6 = -6.29064e-006$ [0087] $A8 = 2.04588e-007$ $A10 = -2.35144e-008$

[0088] 第十表面

[0089] $K = 4.87266e+002$ $A4 = 4.43585e-004$ $A6 = 3.53534e-005$ [0090] $A8 = -7.59402e-006$ $A10 = 5.32148e-007$

[0091] 第十一表面

[0092] $K = 0.00000e+000$ $A8 = -6.73754e-006$

[0093] 各种数据

[0094]

变焦比 4.75

	广角	中间	望远
焦距	5.11	12.76	24.25
F 数	2.88	4.88	6.09
场角	37.74	17.23	9.13
像高	3.33	3.88	3.88
OLL	36.91	33.79	42.83
BF	3.94	3.93	3.93
d4	15.76	4.17	0.50
d12	4.97	13.45	26.17
d14	3.00	3.00	2.99
d16	0.41	0.41	0.41

[0095] 变焦透镜单元数据

[0096]

单元	第一表面	焦距
1	1	-11.77
2	5	10.46
3	13	22.14
4	15	∞

[0097] [数值实施例 2]

[0098] 下表中的长度以毫米为单位。

[0099]

表面数据				
表面编号				
	r	d	nd	vd
1*	-44.832	1.00	1.85135	40.1
2*	5.532	1.71		
3	9.187	1.70	2.14352	17.8
4	15.592	(可变)		
5*	5.840	1.50	1.84954	40.1
6	39.435	0.20		
7	7.635	1.30	1.80400	46.6
8	-24.443	0.40	2.00069	25.5
9	4.418	0.81		
10	30.828	1.00	1.77250	49.6
11	-12.982	0.50		
12 (光阑)	∞	(可变)		
13*	-57.286	1.60	1.85135	40.1
14	-15.718	(可变)		
15	∞	0.80	1.51633	64.1
16	∞	(可变)		
像面	∞			
[0100]	非球面表面数据			
[0101]	第一表面			
[0102]	$K = 2.85740e+001$	$A4 = 4.88252e-005$	$A6 = 2.26281e-006$	
[0103]	$A8 = -2.20405e-008$	$A10 = 3.86222e-011$	$A12 = 6.15933e-013$	
[0104]	第二表面			
[0105]	$K = -2.12045e+000$	$A4 = 1.13127e-003$	$A6 = -1.43808e-005$	
[0106]	$A8 = 5.91585e-007$	$A10 = -6.99870e-009$	$A12 = -9.44669e-011$	
[0107]	第五表面			
[0108]	$K = -1.87340e-001$	$A4 = -2.68563e-004$	$A6 = -6.31462e-006$	
[0109]	$A8 = 1.13177e-007$	$A10 = -1.92335e-008$		
[0110]	第十三表面			
[0111]	$K = -8.69856e+001$	$A4 = -3.21620e-005$	$A6 = -9.74850e-006$	
[0112]	$A8 = 4.74513e-007$	$A10 = -8.69199e-009$		
[0113]	各种数据			
[0114]				

变焦比 6.20

	广角	中间	望远
焦距	3.71	11.38	23.00
F 数	2.73	4.72	6.96
场角	48.40	19.36	9.65
像高	2.98	3.88	3.88
OLL	35.48	31.46	41.55
BF	4.10	4.02	3.90
[0115]			
d4	16.43	3.59	0.45
d12	3.24	12.14	25.49
d14	3.18	3.10	2.97
d16	0.40	0.40	0.40

[0116] 变焦透镜单元数据

[0117]	单元	第一表面	焦距
	1	1	-9.24
	2	5	9.03
	3	13	25.00
	4	15	∞

[0118] [数值实施例 3]

[0119] 下表中的长度以毫米为单位。

[0120]

表面数据 表面编号	r	d	nd	vd
1*	-46.123	1.00	1.85135	40.1
2*	5.587	1.72		
3	9.005	1.60	2.14352	17.8
4	15.203	(可变)		
5*	5.879	1.30	1.88300	40.8
6	47.019	0.20		
7	7.484	1.30	1.80400	46.6
8	-19.726	0.40	2.00069	25.5
9	4.223	0.54		
10	26.114	1.00	1.88300	40.8
11	-18.947	0.50		
12 (光阑)	∞	(可变)		
[0121]				
13*	-98.523	1.60	1.85135	40.1
14	-14.626	(可变)		
15	∞	0.80	1.51633	64.1
16	∞	(可变)		
像面	∞			
[0122]	非球面表面数据			
[0123]	第一表面			
[0124]	$K = 2.85563e+001$	$A4 = 1.20740e-004$	$A6 = 1.53578e-006$	
[0125]	$A8 = -3.05476e-008$	$A10 = 1.74873e-011$	$A12 = 2.69089e-012$	
[0126]	第二表面			
[0127]	$K = -2.14357e+000$	$A4 = 1.24873e-003$	$A6 = -9.22520e-006$	
[0128]	$A8 = 5.07448e-007$	$A10 = -1.21724e-008$	$A12 = 2.31457e-011$	
[0129]	第五表面			
[0130]	$K = -1.00914e-001$	$A4 = -2.66821e-004$	$A6 = -3.80277e-006$	
[0131]	$A8 = -5.18226e-007$	$A10 = 5.11737e-008$		
[0132]	第十三表面			
[0133]	$K = -4.65118e+001$	$A4 = -1.09598e-004$	$A6 = -5.43218e-006$	
[0134]	$A8 = 3.22289e-007$	$A10 = -6.60458e-009$		
[0135]	各种数据			
[0136]				

变焦比 4.82

[0137]

	广角	中间	望远
焦距	3.71	9.35	17.88
F 数	2.84	3.98	6.08
场角	48.20	23.29	12.21
像高	2.98	3.88	3.88
OLL	34.53	29.99	36.42
BF	4.07	4.02	3.94
d4	16.08	4.93	1.43
d12	3.22	9.89	19.90
d14	3.15	3.10	3.02
d16	0.40	0.40	0.40

[0138] 变焦透镜单元数据

[0139]

单元	第一表面	焦距
1	1	-9.51
2	5	8.99
3	13	20.00
4	15	∞

[0140] [数值实施例 4]

[0141] 下表中的长度以毫米为单位。

[0142]

表面数据
表面编号

	r	d	nd	vd
1*	71.823	0.70	1.85135	40.1
2*	4.942	1.57		
3	8.165	1.60	2.14352	17.8
4	12.516	(可变)		
5*	4.276	2.00	1.85135	40.1

[0143]

	6	-69.577	0.50	1.84666	23.9
	7	3.930	0.86		
	8*	14.422	1.30	1.69350	53.2
	9*	-13.292	0.50		
	10 (光阑)	∞	(可变)		
	11*	32.703	1.40	1.58313	59.4
	12*	-25.889	(可变)		
	13	∞	0.30	1.51633	64.1
	14	∞	(可变)		
	像面	∞			
[0144]	非球面表面数据				
[0145]	第一表面				
[0146]	$K = -7.60738e+000$	$A4 = -2.51609e-004$	$A6 = 3.30714e-006$		
[0147]	$A8 = 2.76967e-008$	$A10 = -2.09909e-010$	$A12 = -8.28712e-012$		
[0148]	第二表面				
[0149]	$K = -9.58544e-001$	$A4 = 1.13637e-004$	$A6 = -3.36396e-006$		
[0150]	$A8 = -6.19198e-008$	$A10 = 3.35657e-008$	$A12 = -7.26049e-010$		
[0151]	第五表面				
[0152]	$K = -5.51061e-001$	$A4 = 2.56388e-004$	$A6 = 7.94199e-007$		
[0153]	$A8 = 2.16781e-006$	$A10 = -1.77496e-007$			
[0154]	第八表面				
[0155]	$K = -3.96218e+001$	$A4 = 1.23838e-003$	$A6 = -6.66587e-005$		
[0156]	$A8 = -2.15450e-005$	$A10 = 6.59771e-006$			
[0157]	第九表面				
[0158]	$K = -4.23984e+000$	$A4 = -3.06864e-004$	$A6 = 9.60640e-005$		
[0159]	$A8 = -3.20785e-005$	$A10 = 6.66292e-006$			
[0160]	第十一表面				
[0161]	$K = 1.06090e+001$	$A4 = 1.10680e-004$	$A6 = 5.94350e-007$		
[0162]	$A8 = -2.71313e-007$				
[0163]	第十二表面				
[0164]	$K = -1.09268e+002$	$A4 = -4.06311e-004$	$A6 = 2.57025e-005$		
[0165]	$A8 = -7.41340e-007$				
[0166]	各种数据				
[0167]					

变焦比 4.74

	广角	中间	望远
焦距	4.43	10.96	21.00
F 数	2.66	4.49	6.01
场角	42.54	19.87	10.47
像高	3.41	3.88	3.88
OLL	32.41	29.61	37.32
BF	4.50	4.31	4.02
d4	13.71	3.58	0.30
d10	3.78	11.30	22.58
d12	3.78	3.59	3.30
d14	0.52	0.52	0.52

[0168] 变焦透镜单元数据

[0169]

单元	第一表面	焦距
1	1	-10.21
2	5	9.23
3	13	25.00
4	15	∞

[0170] 表 1

[0171]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
条件 (1)	0.485	0.402	0.532	0.486
条件 (2)	1.816	1.884	1.913	1.818
条件 (3)	3.363	3.741	3.449	3.225
条件 (4)	1.829	1.926	1.929	1.849
条件 (5)	-0.258	-0.205	-0.259	-0.253
条件 (6)	0.431	0.393	0.503	0.439

条件 (7)	0.913	1.087	1.119	1.190
条件 (8)	0.874	0.958	0.926	0.872
条件 (9)	41.6	38.8	37.2	42.6
条件 (10)	31.5	32.8	32.8	32.0

[0172] 下面将参照图 9 描述使用根据本发明的变焦透镜作为拍摄光学系统的数字静物照相机（即，图像拾取设备）的实施例。在图 9 中，数字静物照相机包括照相机体 20 和作为根据本发明的变焦透镜的拍摄光学系统 21。数字静物照相机还具有：设置在照相机体中以接收由拍摄光学系统 21 形成的被摄体图像的固态图像拾取元件（或者光电转换元件）22，例如，CCD 传感器或 CMOS 传感器；用于存储表示由固态图像拾取元件 22 通过光电转换获得的被摄体图像的信息的存储器 23；以及由液晶显示面板等构成的以允许用户观看在固态图像拾取元件 22 上形成的被摄体图像的取景器 24。如上所述，通过在诸如数字静物照相机的图像拾取设备中使用根据本发明的变焦透镜，可以提供具有高光学性能的紧凑的图像拾取设备。

[0173] 虽然参照示例性实施例描述了本发明，但是应该理解，本发明不限于公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应该被给予最广义的解释，以涵盖所有这样的变型及等同的结构和功能。

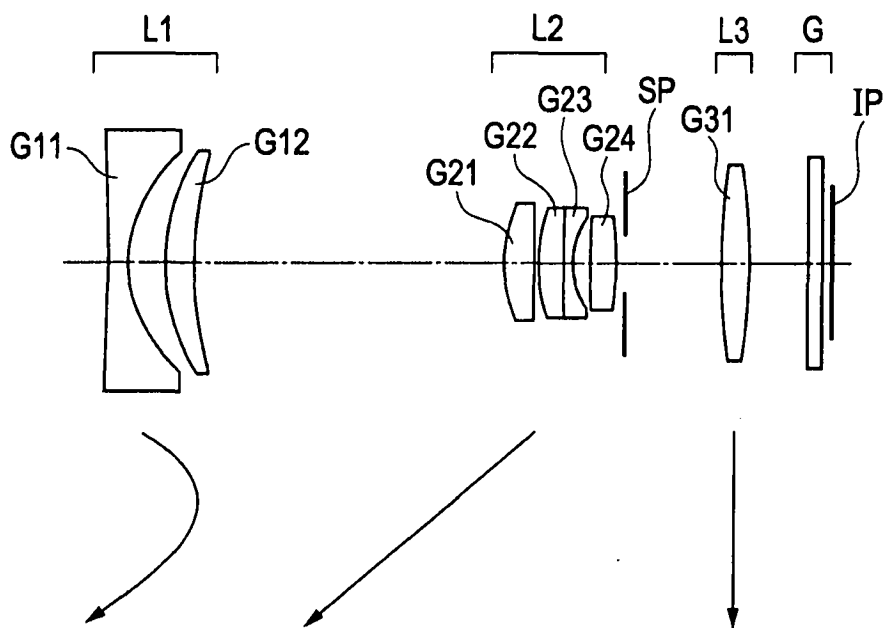


图 1

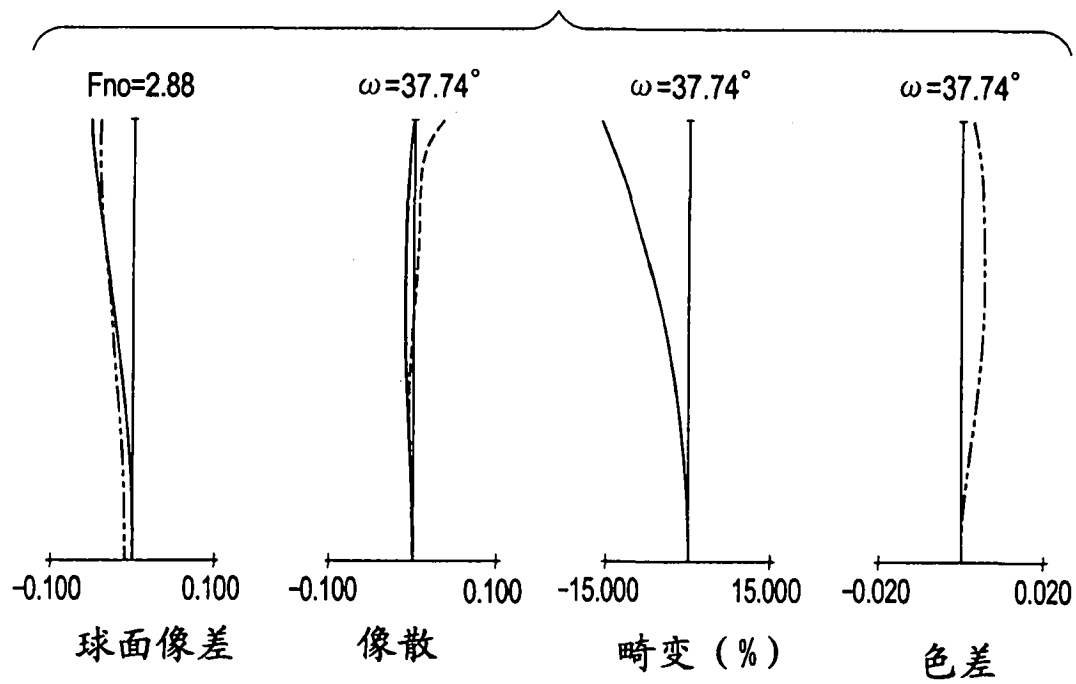


图 2A

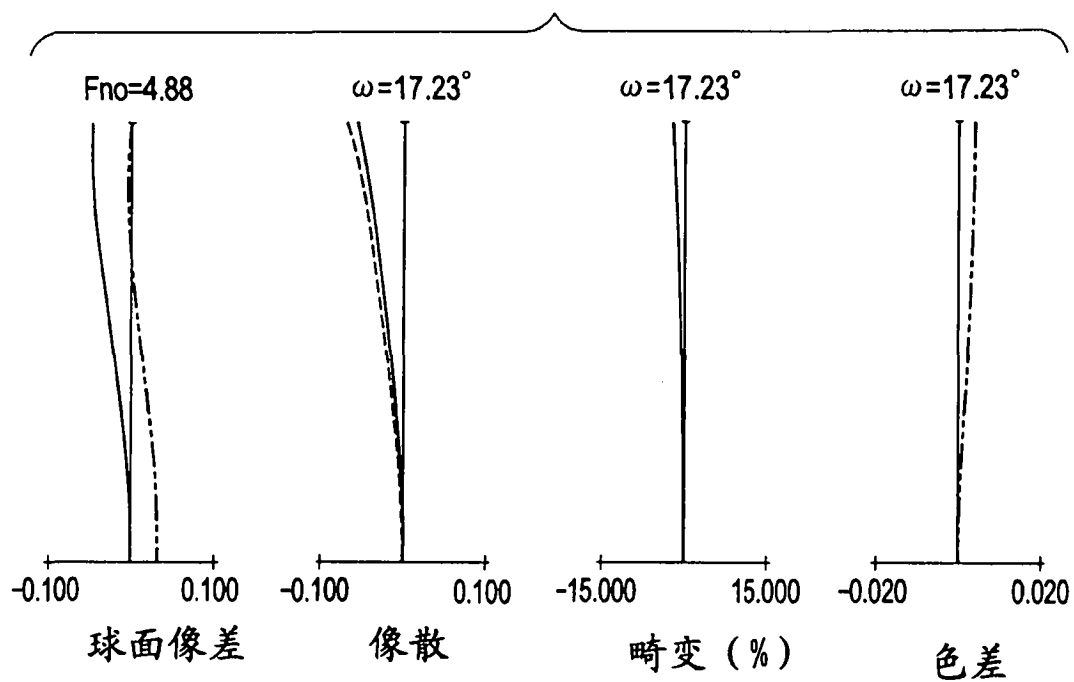


图 2B

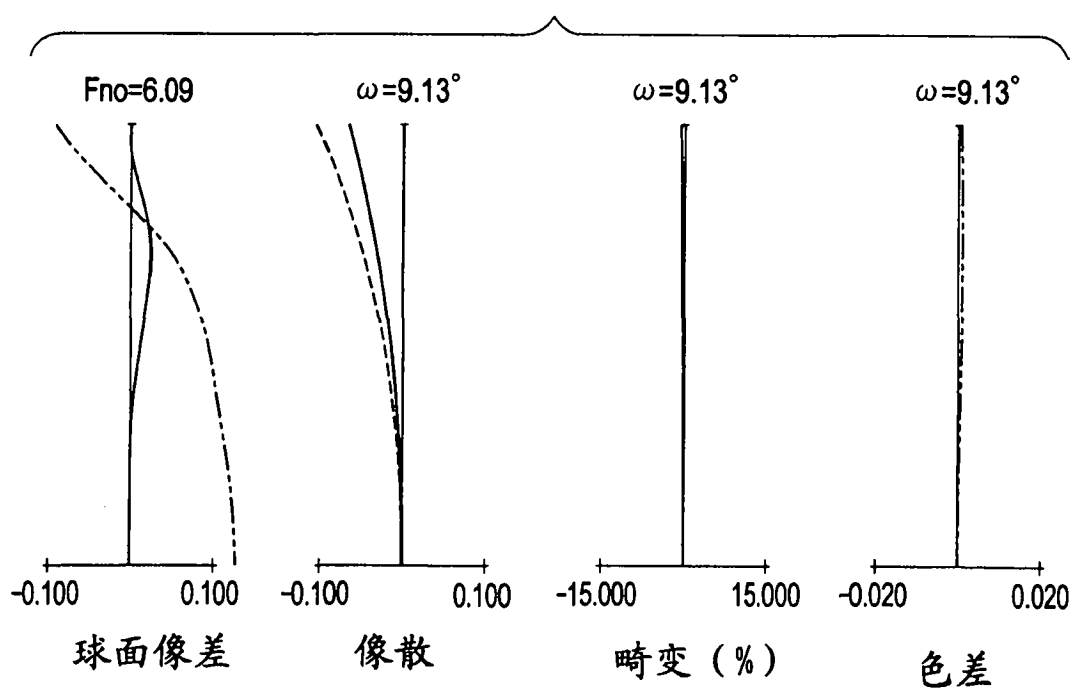


图 2C

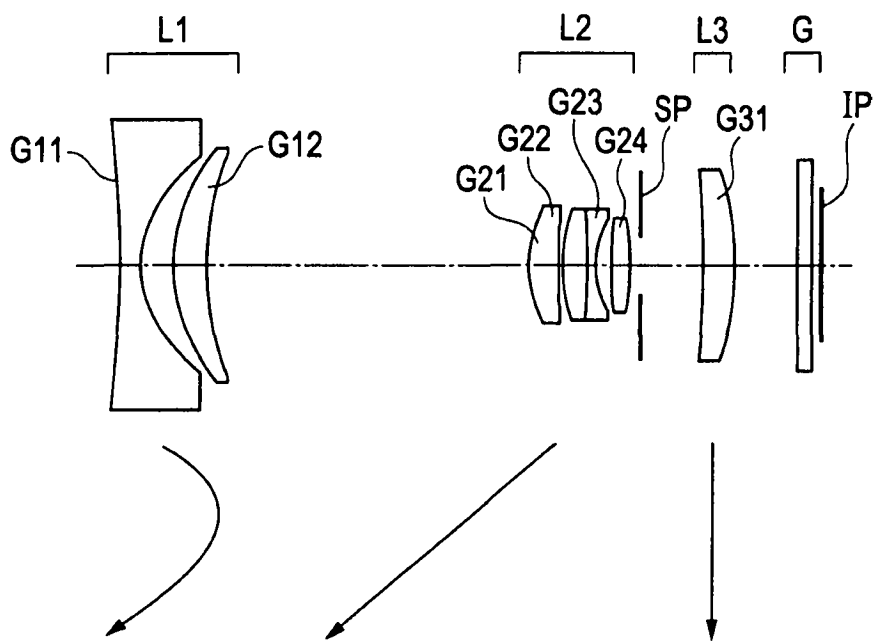


图 3

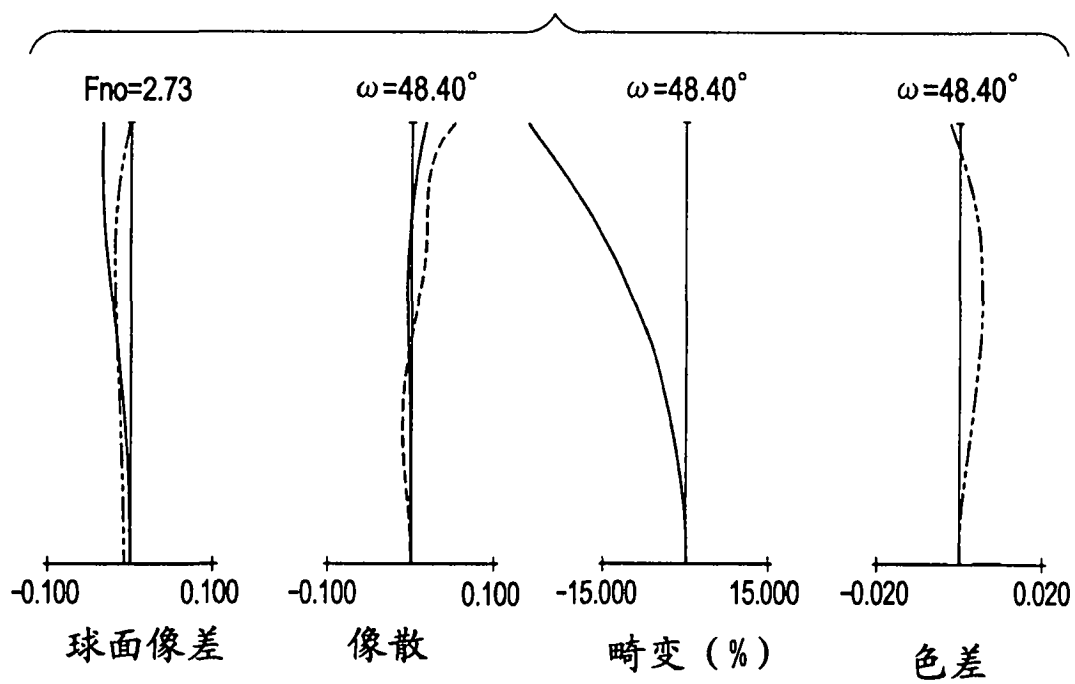


图 4A

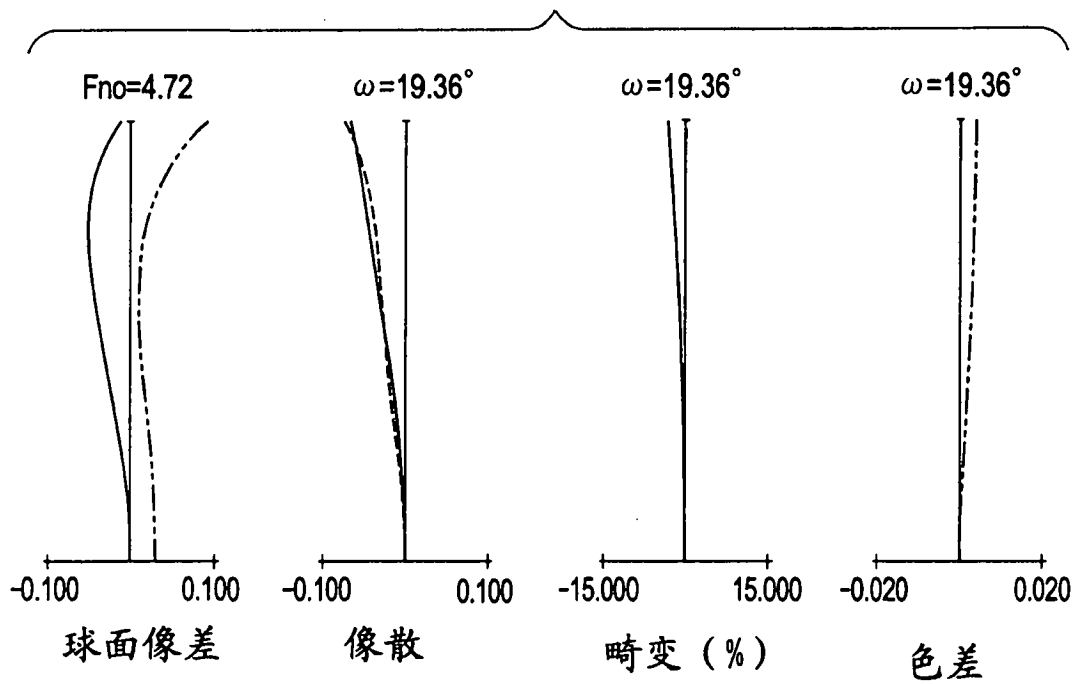


图 4B

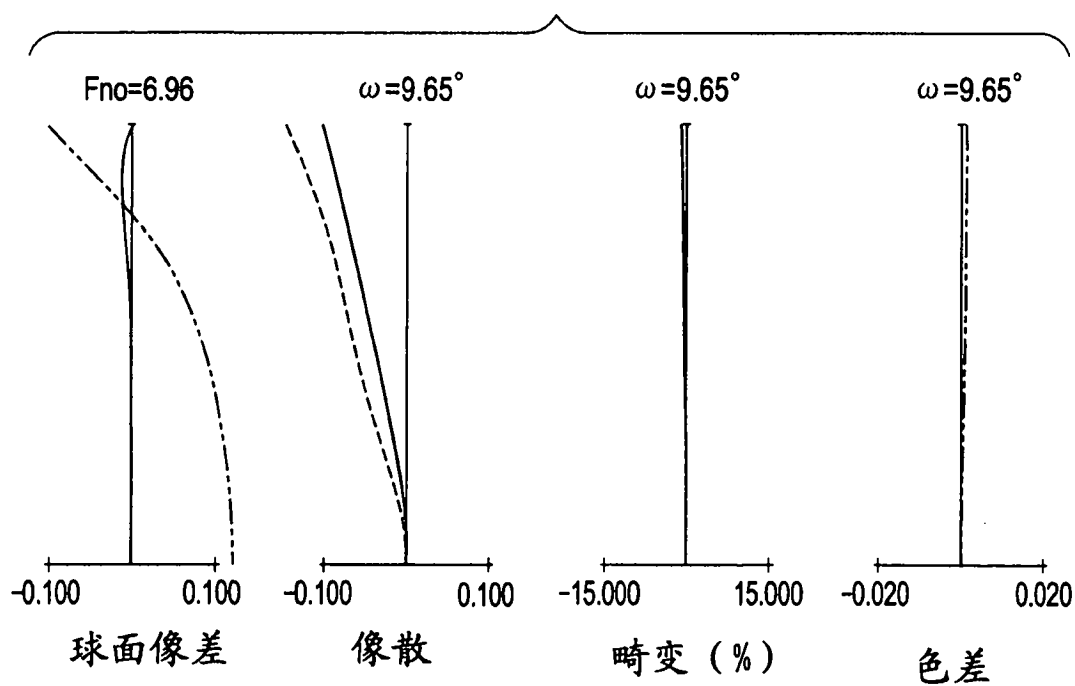


图 4C

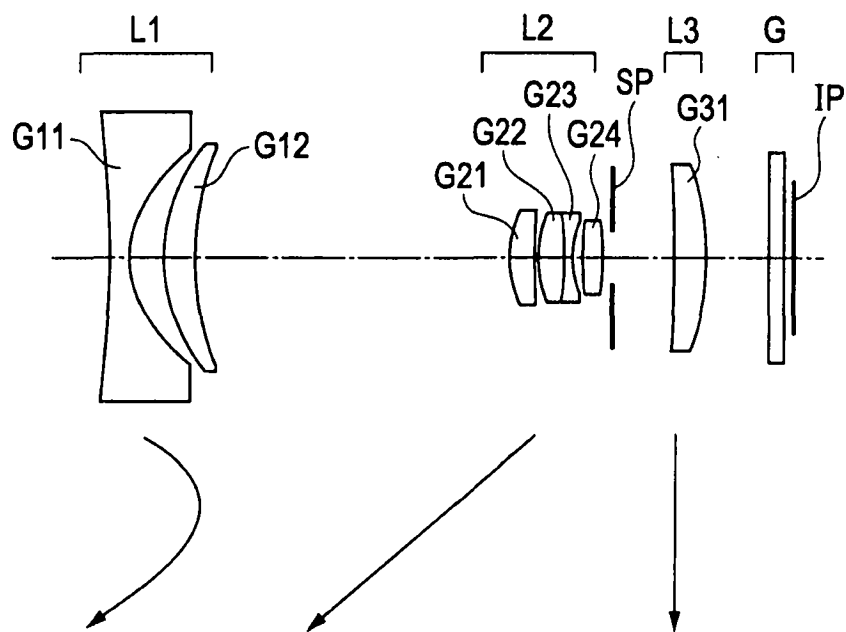


图 5

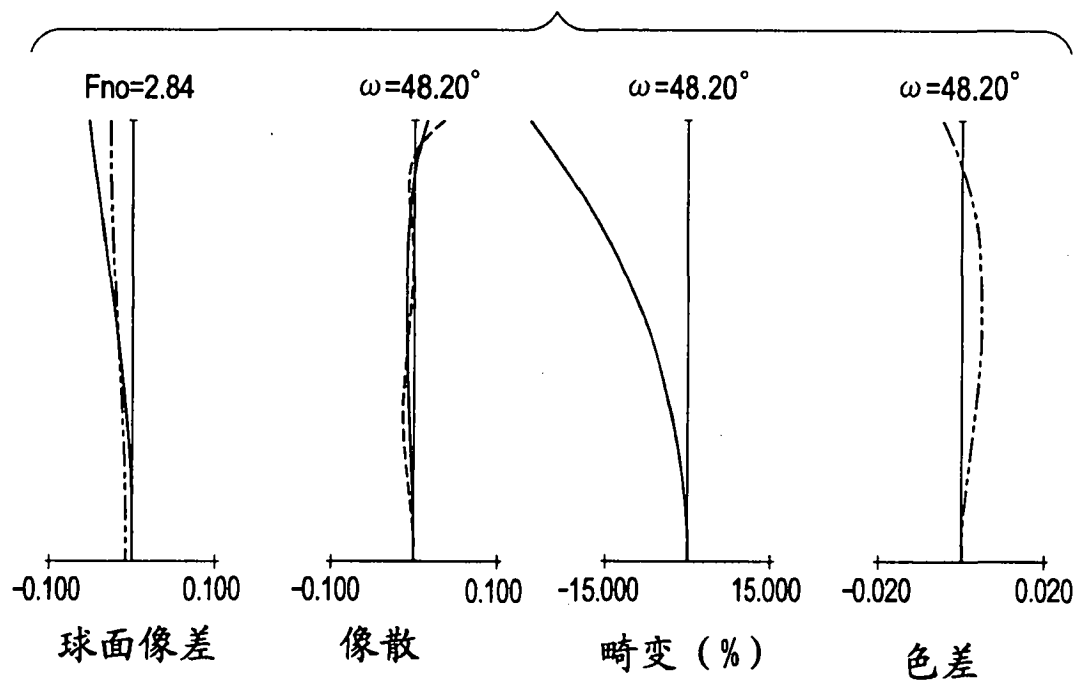


图 6A

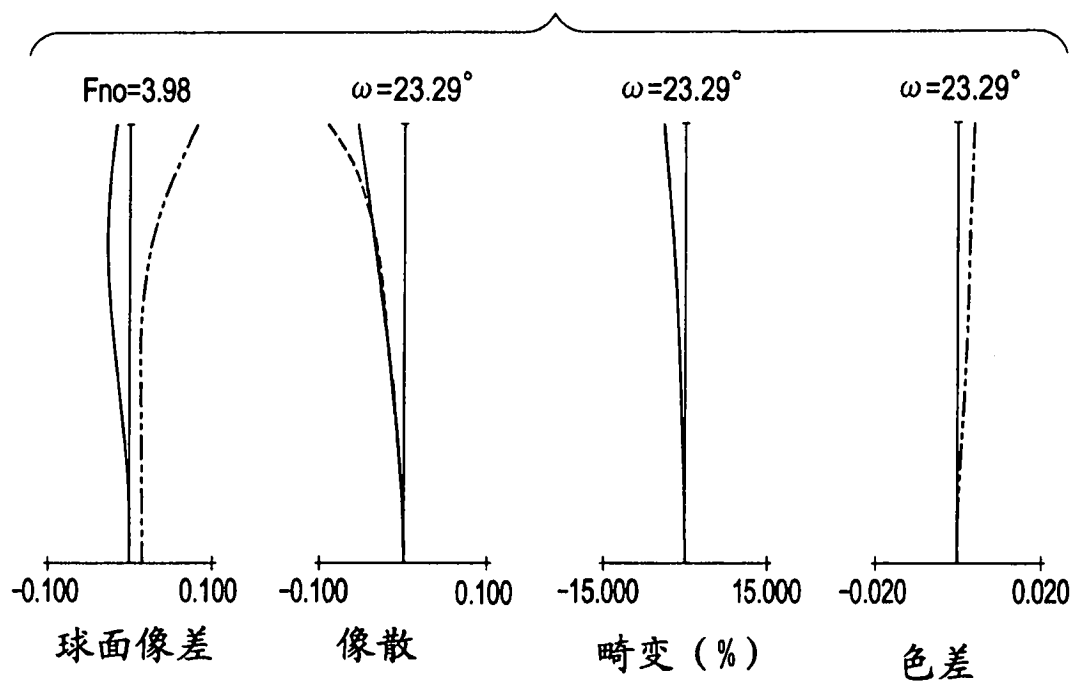


图 6B

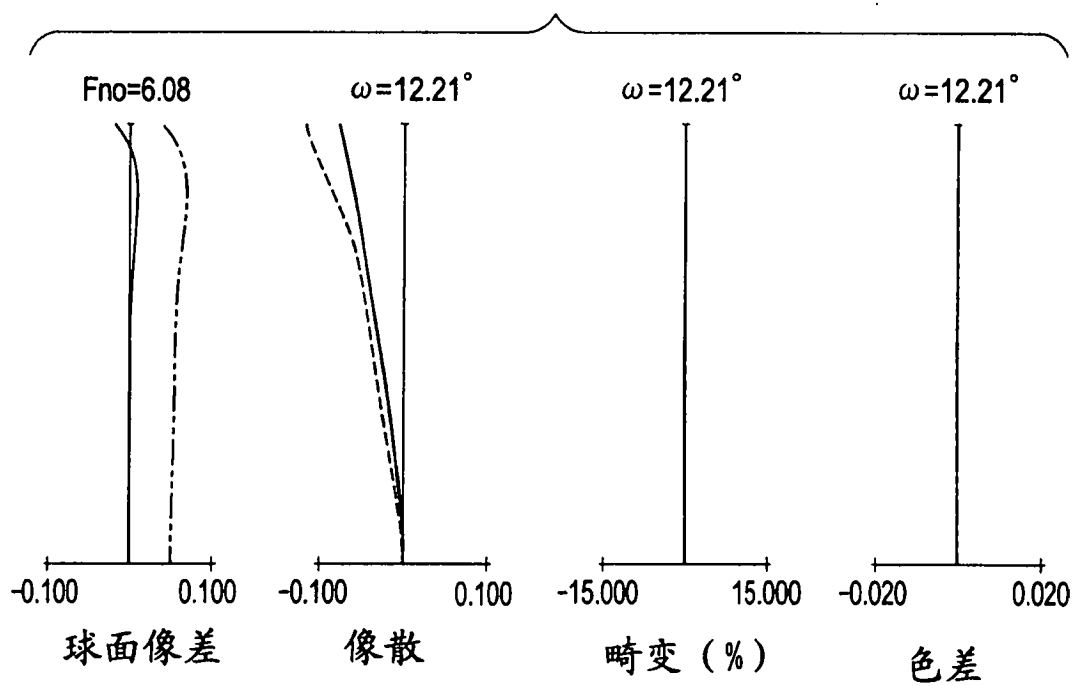


图 6C

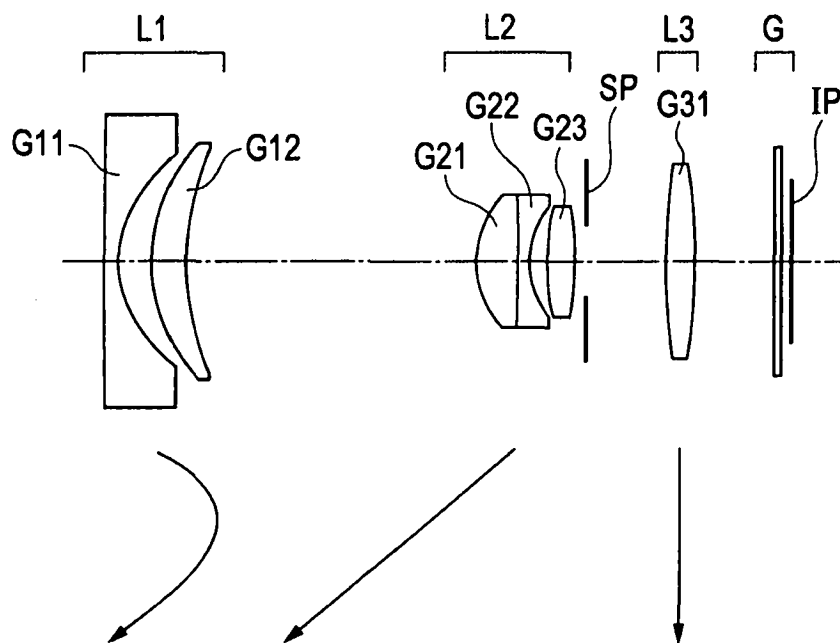


图 7

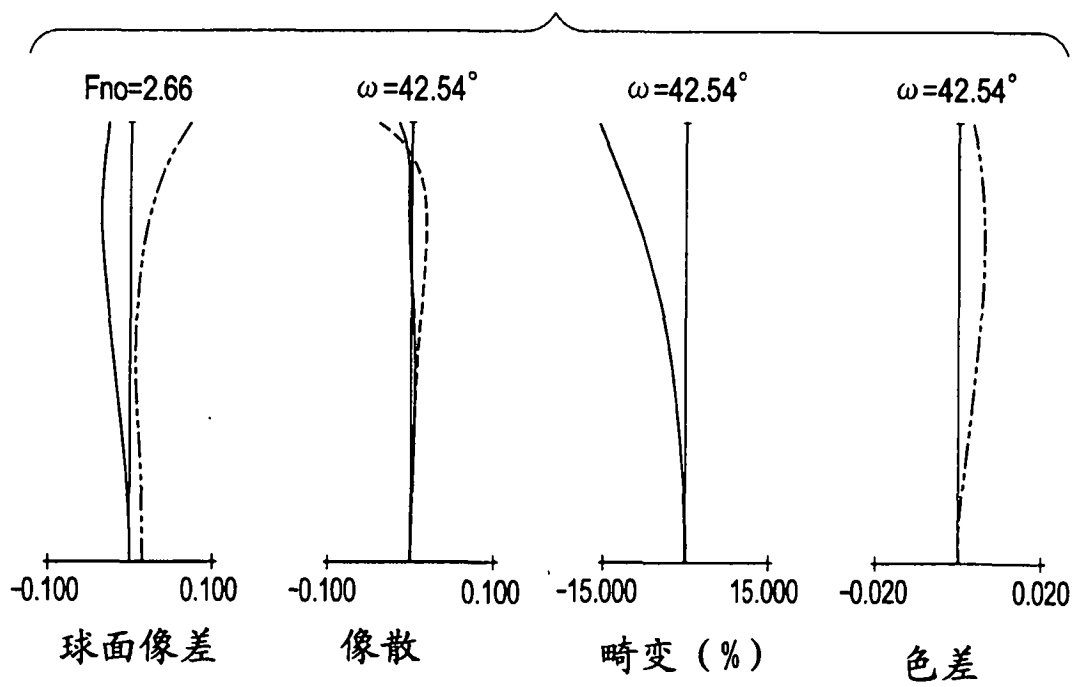


图 8A

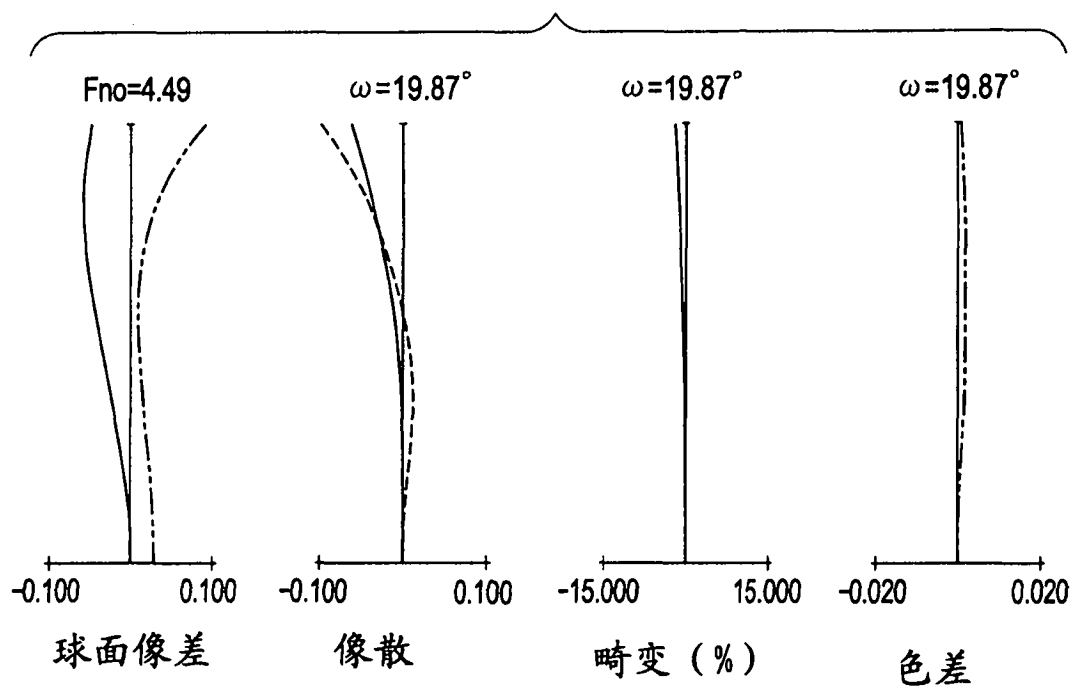


图 8B

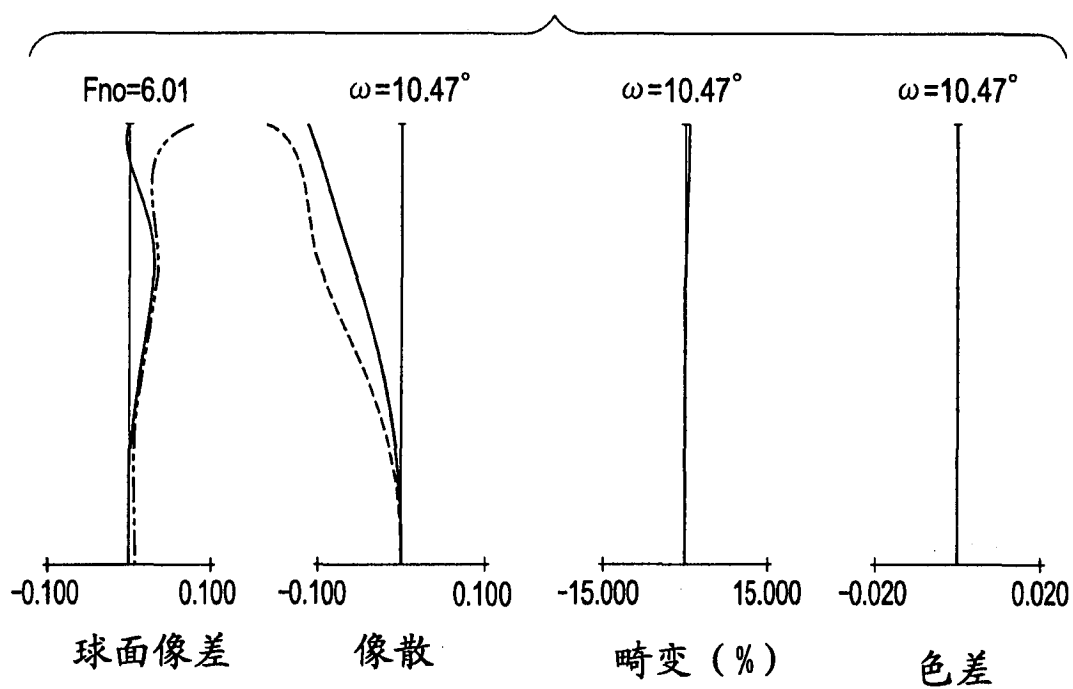


图 8C

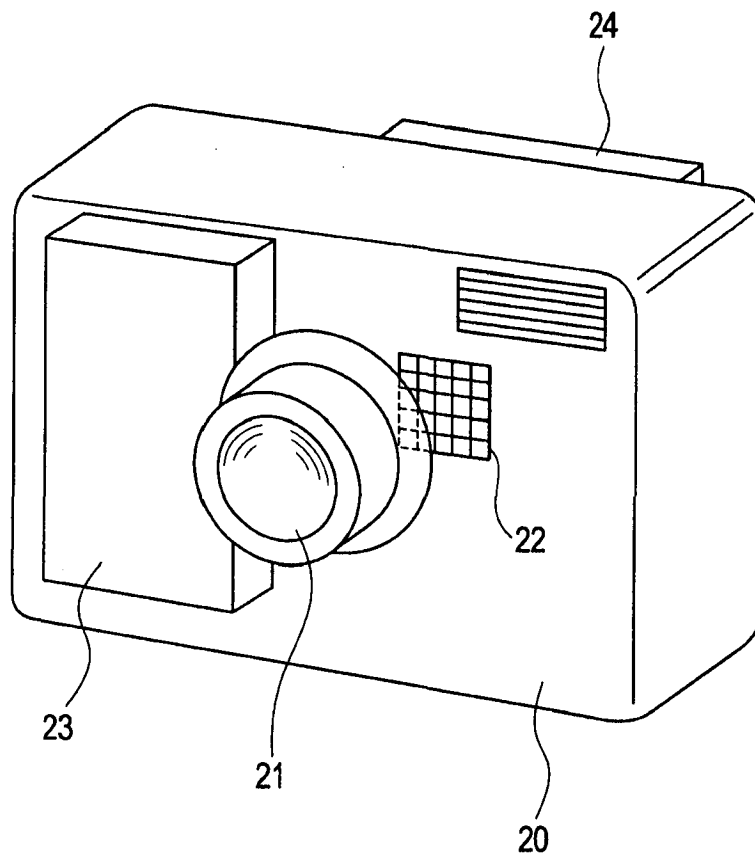


图 9