



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 104423023 B

(45)授权公告日 2017.08.11

(21)申请号 201410408007.7

(22)申请日 2014.08.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104423023 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(30)优先权数据

2013-172023 2013.08.22 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 木村友纪 山崎真司

(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 罗银燕

(51)Int.Cl.

G02B 15/177(2006.01)

(56)对比文件

CN 2604696 Y, 2004.02.25,

CN 1755412 A, 2006.04.05,

US 2010091381 A1, 2010.04.15,

US 2010182702 A1, 2010.07.22,

审查员 高迎春

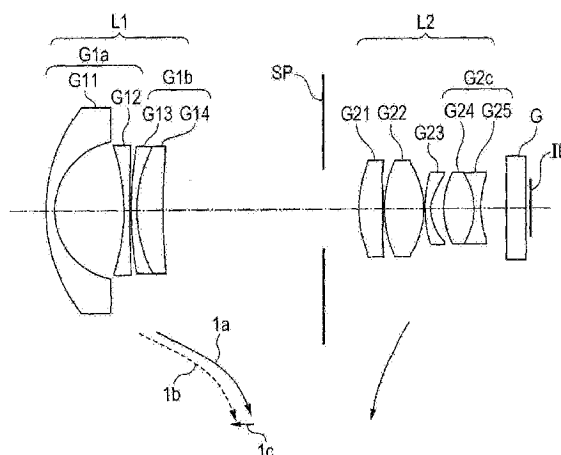
权利要求书2页 说明书17页 附图12页

(54)发明名称

变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取设备

(57)摘要

本发明公开了一种变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取设备。提供一种具有广的视角、明亮、整个透镜系统紧凑、且可在整个变焦范围上实现高的光学特性的变焦透镜。变焦透镜从物侧到像侧顺次包含：具有负折光力的第一透镜单元；和具有正折光力的第二透镜单元。第一透镜单元和第二透镜单元在变焦期间沿彼此不同的各自轨迹移动。第二透镜单元包含一个或多个正透镜。一个或多个正透镜之中的至少一个正透镜由规定的材料制成。轴上光束的边缘光线在广角端处通过正透镜的入射高度 h_w 和整个系统在广角端处的焦距 f_w 被适当地配置。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧顺次包括:具有负折光力的第一透镜单元;和具有正折光力的第二透镜单元,第一透镜单元和第二透镜单元在变焦期间沿彼此不同的各自轨迹移动,

其中,第一透镜单元包含含有彼此接合的、从物侧到像侧顺次布置的负透镜和正透镜的接合透镜G1b,并且接合透镜G1b总体上具有正折光力,

其中,第二透镜单元包含满足以下条件式的正透镜:

$$85.0 < v_d,$$

$$-0.25 < \theta_{Ct} - (0.0047 \times v_d + 0.546) < -0.10, \text{ 并且}$$

$$\theta_{Ct} = (n_C - n_t) / (n_F - n_C),$$

这里, n_C 、 n_t 和 n_F 分别是透镜材料的C线、t线和F线的折射率, v_d 是d线的阿贝数,并且

以下条件式被满足:

$$0.016 < 1/v_{dp} - 1/v_{dn} < 0.060, \text{ 和}$$

$$1.3 < h_w/f_w < 3.0$$

这里, v_{dp} 是包含在接合透镜G1b中的正透镜的材料的阿贝数, v_{dn} 是包含在接合透镜G1b中的负透镜的材料的阿贝数, h_w 是轴上光束的边缘光线在广角端处通过包含在第二透镜单元中的所述正透镜的入射高度, f_w 是整个系统在广角端处的焦距,

其中,第一透镜单元从物侧到像侧顺次包括:在物侧具有凸表面的弯月形负透镜G11;双凹形负透镜G12;和接合透镜G1b,并且

满足以下条件式:

$$0.10 < -f_{1a}/f_{1b} < 0.22$$

这里, f_{1a} 是负透镜G11和负透镜G12的组合焦距, f_{1b} 是接合透镜G1b的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,

满足以下条件式:

$$74.0 < v_{dave}$$

这里, v_{dave} 是满足条件式 $1.3 < h_w/f_w < 3.0$ 的、包含在第二透镜单元中的多个正透镜的材料的d线的阿贝数的平均值。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,

满足以下条件式:

$$1.2 < f_2/f_t < 2.0$$

这里, f_2 是第二透镜单元的焦距, f_t 是整个系统在望远端处的焦距。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,还包括包含彼此接合的、从物侧到像侧顺次布置的正透镜和负透镜的接合透镜G2c,接合透镜G2c被设置在第二透镜单元的最像侧。

5. 根据权利要求4所述的变焦透镜,其中,

满足以下条件式:

$$1.2 < f_{2c}/f_2 < 4.0$$

这里, f_2 是第二透镜单元的焦距, f_{2c} 是接合透镜G2c的焦距。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,

满足以下条件式:

$$0.9 < |f_1|/f_t < 1.8$$

这里, 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。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中,

满足以下条件式:

$$2.5 < f_2/f_w < 4.0$$

这里, f_2 是第二透镜单元的焦距。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中,

第二透镜单元从物侧到像侧顺次包含正透镜G21和正透镜G22, 并且满足以下条件式:

$$0.8 < f_{21}/f_{22} < 1.5$$

这里, f_{21} 是正透镜G21的焦距, f_{22} 是正透镜G22的焦距。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中, 假定单个透镜或包含彼此接合的多个透镜的接合透镜被作为透镜组件采用, 则第二透镜单元从物侧到像侧顺次包括: 正透镜; 正透镜; 负透镜组件; 和包含彼此接合的正透镜和负透镜的接合透镜G2c。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中,

满足以下条件式:

$$5.1 < TL_w/f_2 < 7.0$$

这里, f_2 是第二透镜单元的焦距, TL_w 是广角端处的总透镜长度。

11. 一种图像拾取设备, 包括: 根据权利要求1所述的变焦透镜; 和图像拾取元件, 该图像拾取元件接收通过变焦透镜形成的图像的光。

12. 根据权利要求11所述的图像拾取设备, 还包括通过图像处理校正变焦透镜的像差的校正单元。

变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取设备,并且特别涉及适合在数字静物照相机、视频照相机、监视照相机(security camera)、广播照相机和胶片照相机等的图像拾取光学系统中使用的变焦透镜和图像拾取设备。

背景技术

[0002] 近年来,期望包含在含有固态图像拾取元件的图像拾取设备中的图像拾取光学系统在与支持高分辨率固态图像拾取元件相当的程度上具有高的光学特性,并进一步能够以各种倍率拍摄图像。

[0003] 期望用于监视照相机的变焦透镜具有超广的视角和小的F数。并且,薄暮时间和夜间的被照体的成像不仅使用可见光,而且使用近红外光。因此,需要在包含近红外光到可见光的广的波长范围中减小失焦的程度。并且,整个系统的尺寸需要小。

[0004] 作为满足这种要求的变焦透镜配置,包含布置在最物侧的具有负折光力的透镜单元的负引导型变焦透镜的配置是已知的。关于负引导型变焦透镜,日本专利申请公开No.2005-134887和日本专利申请公开No.2011-175174公开了从物侧到像侧顺次包含具有负折光力的第一透镜单元和具有正折光力的第二透镜单元的变焦透镜,其中,两个透镜单元均被移动以执行变焦。

发明内容

[0005] 为了实现具有广的视角、明亮且紧凑以及在整个变焦范围上具有高的光学特性的变焦透镜,适当地设计透镜单元的折光力和透镜单元的透镜配置是重要的。例如,为了实现在包含可见光到近红外光的广的波长范围中具有小的失焦程度、适当地校正的色差以及高的光学特性的变焦透镜,适当地设计作为主倍率单元的第二透镜单元的透镜配置和制成第二透镜单元的透镜材料是重要的。

[0006] 本发明的变焦透镜从物侧到像侧顺次包含:具有负折光力的第一透镜单元;和具有正折光力的第二透镜单元,第一透镜单元和第二透镜单元在变焦期间沿彼此不同的各自轨迹移动,其中,第二透镜单元包含满足以下条件式的正透镜PL:

[0007] $85.0 < v_d,$

[0008] $-0.25 < \theta_{Ct} - (0.0047 \times v_d + 0.546) < -0.10,$ 并且

[0009] $\theta_{Ct} = (n_C - n_t) / (n_F - n_C),$

[0010] 这里, n_C 、 n_t 和 n_F 分别是透镜材料的C线、t线和F线的折射率, v_d 是d线的阿贝(Abbe)数,并且满足以下条件式:

[0011] $1.3 < h_w / f_w < 3.0$

[0012] 这里, h_w 是轴上光束的边缘光线在广角端处通过正透镜PL的入射高度, f_w 是整个系统在广角端处的焦距。

[0013] 从以下参照附图的示例性实施例的描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

- [0014] 图1是实施例1的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。
- [0015] 图2A是实施例1的变焦透镜在广角端处的像差图。
- [0016] 图2B是实施例1的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。
- [0017] 图2C是实施例1的变焦透镜在望远端处的像差图。
- [0018] 图3是实施例2的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。
- [0019] 图4A是实施例2的变焦透镜在广角端处的像差图。
- [0020] 图4B是实施例2的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。
- [0021] 图4C是实施例2的变焦透镜在望远端处的像差图。
- [0022] 图5是实施例3的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。
- [0023] 图6A是实施例3的变焦透镜在广角端处的像差图。
- [0024] 图6B是实施例3的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。
- [0025] 图6C是实施例3的变焦透镜在望远端处的像差图。
- [0026] 图7是实施例4的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。
- [0027] 图8A是实施例4的变焦透镜在广角端处的像差图。
- [0028] 图8B是实施例4的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。
- [0029] 图8C是实施例4的变焦透镜在望远端处的像差图。
- [0030] 图9是示出轴上光束的边缘光线通过本发明的变焦透镜的入射高度的示图。
- [0031] 图10示出根据本发明的视频照相机的实施例。

具体实施方式

- [0032] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。
- [0033] 以下描述本发明的变焦透镜和包含该变焦透镜的图像拾取设备。本发明的变焦透镜从物侧到像侧顺次包含：具有负折光力的第一透镜单元；和具有正折光力的第二透镜单元。第一透镜单元和第二透镜单元在变焦期间沿彼此不同的各自轨迹移动。
- [0034] 图1是本发明的实施例1的变焦透镜在广角端（短焦距端）处的透镜截面图。图2A、图2B和图2C分别是本发明的实施例1的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端（长焦距端）处的像差图。实施例1是具有2.30的变焦比和1.24-1.79的孔径比的变焦透镜。
- [0035] 图3是本发明的实施例2的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图4A、图4B和图4C分别是本发明的实施例2的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。实施例2是具有2.32的变焦比和1.24-1.79的孔径比的变焦透镜。
- [0036] 图5是本发明的实施例3的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图6A、图6B和图6C分别是本发明的实施例3的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。实施例3是具有2.31的变焦比和1.24-1.90的孔径比的变焦透镜。
- [0037] 图7是本发明的实施例4的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图8A、图8B和图8C分别是本发明的实施例4的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。实施例4是具有2.30的变焦比和1.25-1.82的孔径比的变焦透镜。
- [0038] 图9是示出轴上光束的边缘光线通过本发明的变焦透镜的入射高度的示图。图10

是根据本发明的包含变焦透镜的视频照相机的主要部分的示意图。

[0039] 每个实施例的变焦透镜是包含在图像拾取设备中的图像拾取光学系统。在透镜截面图中,左边表示物侧(前方),右边表示像侧(后方)。每个实施例的变焦透镜可包含在诸如投影仪的光学装置中。在这种情况下,左边表示屏幕,右边是要投影的图像。每个透镜截面图示出具有负折光力(光学焦度=焦距的倒数)的第一透镜单元L1和具有正折光力的第二透镜单元L2。F数确定部件SP(以下,也称为“孔径光阑”)用作确定开放(open)F数的孔径光阑。

[0040] 光学块G与光学滤光器、面板、晶体低通滤光器和红外截止滤光器中的任一个对应。在用作视频照相机和数字静物照相机中的任一个的成像光学系统的情况下,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)的图像拾取平面被布置在像平面IP上。

[0041] 箭头表示各透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间的移动轨迹。关于第一透镜单元L1的箭头1a表示聚焦处于无限远的情况下在从广角端到望远端的变焦期间的移动轨迹。箭头1b表示聚焦于近距离处的情况下在从广角端到望远端的变焦期间的移动轨迹。箭头1c表示在从无限远到近距离的聚焦期间的移动方向。

[0042] 在像差图之中的球面像差图和横向色差图中,实线d表示d线(587.56nm),双点划线C表示C线(656.27nm),长短交替的划线F表示F线(486.13nm),虚线Q表示Q线(900nm),点线t表示t线(1013.98nm)。在像散图中,点线M表示d线的子午像平面,实线S表示d线的弧矢像平面。关于畸变,示图用于d线。关于横向色差,示图用于相对于d线的C线、F线、900nm的波长和t线。 F_{no} 是F数。 ω 是半视角(度)。

[0043] 尽管整个系统的尺寸小,但本发明的变焦透镜以广的视角在整个变焦范围上具有高的光学特性。特别地,该变焦透镜在相对于可见光范围的近红外范围中具有小的失焦程度。本发明的变焦透镜是在最物侧具有拥有负折光力的透镜单元的负引导型变焦透镜。负引导型变焦透镜包含具有负折光力的第一透镜单元L1,并且改变透镜单元之间的间隔,由此实现焦度的变动。该配置实现更广的角度和整个系统的尺寸的减小。

[0044] 焦度通过移动布置在像侧的具有正折光力的第二透镜单元L2来改变,并且通过最物侧的具有负折光力的第一透镜单元L1来校正伴随的像平面变动。采用仅仅两个可移动透镜单元实现了可容易地实现简单的镜筒结构并有利于减小整个系统的尺寸的配置。

[0045] 第二透镜单元L2包含一个或多个正透镜。一个或多个正透镜之中的至少一个正透镜满足以下条件式,这些条件式是条件式(1)、(2)、(3)和(A)。这里,关于至少一个正透镜, hw 是轴上光束的边缘光线在广角端处通过的入射高度; vd 是材料的d线的阿贝数,并且 n_C 、 n_t 和 n_F 分别是材料的C线、t线和F线的折射率; fw 是整个系统在广角端处的焦距。

$$[0046] \quad 1.3 < hw/fw < 3.0 \dots (1)$$

$$[0047] \quad 85.0 < vd \dots (2)$$

$$[0048] \quad -0.25 < \theta_{Ct} - (0.0047 \times vd + 0.546) < -0.10 \dots (3)$$

$$[0049] \quad \theta_{Ct} = (n_C - n_t) / (n_F - n_C) \dots (A)$$

[0050] θ_{Ct} 在以下被称为部分色散(dispersion)比。下面,描述前述条件式的技术含义。条件式(1)~(3)用于实现尽管整个系统的尺寸小但在整个变焦范围上具有高的光学特性、并且特别是在相对于可见光范围的近红外范围处具有小的失焦程度、且具有广的视角以及

明亮的变焦透镜。

[0051] 为了在广的波长范围中校正轴向色差并减小失焦,采用具有大的阿贝数(即小的色散)的材料作为具有大的入射高度(hw)的正透镜的材料是适当的,该入射高度是轴上光束的边缘光线离光轴的高度。如图9所示,在每个实施例的变焦透镜中,轴上光束的边缘光线的入射高度(hw)在第二透镜单元L2处大。因此,第二透镜单元L2的正透镜的材料的光学性能大大影响轴向色差。材料的阿贝数 v_d 由使用分别对于可见光范围中的d线、F线和C线的折射率 n_d 、 n_F 和 n_C 的下式(B)来限定。

$$[0052] \quad v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C) \dots (B)$$

[0053] 因此,参照阿贝数 v_d 选择透镜材料有利于可见光范围中的色差的校正。然而,阿贝数 v_d 不限定近红外范围中的特性。因此,仅仅参照阿贝数 v_d 的值选择透镜的材料不能必然地以适当的方式在具有900nm或更长的波长的近红外范围中执行校正。

[0054] 为了处理该问题,每个实施例除了阿贝数 v_d 以外还关注t线的部分色散比 θ_{Ct} ,并选择透镜材料。该配置在可见光范围和近红外范围中减小轴向色差,以由此在广的波长范围处减小失焦。并且,选择这种材料有利于近红外范围中的横向色差的校正。

[0055] 同时,具有高的阿贝数 v_d 的低色散材料一般具有低的折射率。因此,透镜表面的曲率需要高以获取规定的折光力。该配置增加各种像差。特别地,球面像差趋于增加,并且难以实现大的孔径比。因此,为了校正球面像差,选择性地采用前述材料作为具有大的光束入射高度hw并大大影响轴向色差的正透镜是重要的。

[0056] 条件式(1)涉及应用前述材料的第二透镜单元L2中所包含的正透镜。前述材料被选择性地采用到轴上光束的边缘光线的入射高度hw满足条件式(1)的正透镜中。该配置有利于可见光范围到近红外范围中的轴向色差和球面像差的适当校正。如果前述材料被采用到入射高度hw低于条件式(1)的下限的正透镜中,那么第二透镜单元L2导致更大的球面像差。

[0057] 条件式(1)在于有利于实现广的视角。如果整个系统在广角端处的焦距太长以致导致条件式(1)下降到低于下限,那么变得难以实现广的视角。相反,如果前述材料被采用到具有导致条件式(1)超过上限的高的入射高度hw的正透镜中,那么为了确保透镜的边缘,透镜厚度需要大。该配置增加总透镜长度,并且变得难以降低整个系统的尺寸。并且,该配置增加球面像差,并且变得难以通过其它透镜校正像差。

[0058] 条件式(2)和(3)限定被采用到满足条件式(1)的第二透镜单元L2中所包含的正透镜中的材料的特性。如果具有下降到低于条件式(2)的下限的低的阿贝数(即大的色散)的材料被采用到正透镜中,那么变得难以适当地校正可见光范围中的轴向色差。

[0059] 部分色散比 θ_{Ct} 与阿贝数 v_d 之间的关系下降到低于条件式(3)的下限的材料可有利于将近红外范围中的轴向色差抑制为小。然而,在目前情况下,存在少量的实现这种特性的光学材料。相反,如果部分色散比 θ_{Ct} 太大从而超过条件式(3)的上限,那么近红外范围中的波长的折射率的差变得太大,并且变得难以校正轴向色差。

[0060] 每个实施例的以上配置实现了尽管整个系统的尺寸小但在整个变焦范围上具有高的光学特性、并且特别是在相对于可见光范围的近红外范围处具有小的失焦程度、且具有广的视角以及明亮的变焦透镜。根据期望的配置,条件式(1)~(3)的数值范围被设定如下。

[0061] $1.4 < hw/fw < 2.7 \dots (1a)$

[0062] $88 < vd \dots (2a)$

[0063] $-0.22 < \theta_{Ct} - (0.0047 \times vd + 0.546) < -0.11 \dots (3a)$

[0064] 根据进一步期望的配置,通过将条件式(1a)~(3a)的数值范围设定如下,由前述条件式代表的有利效果可被发挥到最大。

[0065] $1.5 < hw/fw < 2.4 \dots (1b)$

[0066] $90 < vd \dots (2b)$

[0067] $-0.20 < \theta_{Ct} - (0.0047 \times vd + 0.546) < -0.12 \dots (3b)$

[0068] 可实现尽管整个系统的尺寸小但在整个变焦范围上具有高的光学特性、并且特别是在相对于可见光范围的近红外范围处具有小的失焦程度、且具有广的视角以及明亮的变焦透镜。

[0069] 在每个实施例中,根据期望的配置,满足以下条件中的至少一个。假定包含在第二透镜单元L2中的正透镜之中的满足前述条件式(1)、(1a)或(1b)的所有正透镜的材料的d线的阿贝数的平均值为 vd_{ave} 、第二透镜单元L2具有焦距 f_2 ,并且整个系统在望远端处具有焦距 f_t 。第一透镜单元L1包含含有彼此接合(cement)的正透镜G14和负透镜G13且总体上具有正折光力的接合透镜G1b。正透镜G14的材料的阿贝数被限定为 vd_p 。负透镜G13的材料的阿贝数被限定为 vd_n 。

[0070] 配置第二透镜单元L2的透镜之中的最像侧的透镜是从物侧到像侧顺次包含彼此接合的正透镜和负透镜的接合透镜G2c。接合透镜G2c具有焦距 f_{2c} 。第一透镜单元L1具有焦距 f_1 。第二透镜单元L2从物侧到像侧顺次包含正透镜G21和正透镜G22。正透镜G21具有焦距 f_{21} 。正透镜G22具有焦距 f_{22} 。系统在广角端处具有总透镜长度 TL_w 。这里,通过将空气等效(equivalent)的后焦距相加到从物侧的第一透镜表面到最后透镜表面的长度来获取总透镜长度。

[0071] 第一透镜单元L1从物侧到像侧顺次包含:在物侧具有凸表面的弯月形负透镜G11、双凹形负透镜G12;和包含彼此接合的负透镜G13和正透镜G14且总体上具有正折光力的接合透镜G1b。负透镜G11和负透镜G12的组合系统G1a具有组合焦距 f_{1a} 。接合透镜G1b具有焦距 f_{1b} 。在这种情况下,根据期望的配置,满足以下条件式中的至少一个。

[0072] $74.0 < vd_{ave} \dots (4)$

[0073] $1.2 < f_2/f_t < 2.0 \dots (5)$

[0074] $0.016 < 1/vdp - 1/vdn < 0.060 \dots (6)$

[0075] $1.2 < f_{2c}/f_2 < 4.0 \dots (7)$

[0076] $0.9 < |f_1|/f_t < 1.8 \dots (8)$

[0077] $2.5 < f_2/fw < 4.0 \dots (9)$

[0078] $0.8 < f_{21}/f_{22} < 1.5 \dots (10)$

[0079] $5.1 < TL_w/f_2 < 7.0 \dots (11)$

[0080] $0.10 < -f_{1a}/f_{1b} < 0.22 \dots (12)$

[0081] 下面,描述前述条件式的技术含义。

[0082] 条件式(4)限定轴上光线在具有大的入射高度(大大离开光轴)的位置处通过第二透镜单元L2的所有正透镜的材料。如果正透镜的材料的阿贝数小从而下降到低于条件式

(4)的下限(即色散大),那么正透镜导致可见光范围中的大的轴向色差。因此,变得难以通过第二透镜单元L2以外的透镜校正像差。

[0083] 条件式(5)限定第二透镜单元L2的折光力。如果第二透镜单元L2的焦距太小从而下降到低于条件式(5)的下限(即折光力太高),那么该配置对整个透镜系统的尺寸的减小是有利的。然而,第二透镜单元L2导致大的轴向色差和大的球面像差。因此,变得难以在整个变焦范围上维持高的光学特性。相反,如果第二透镜单元L2的折光力太低从而超过条件式(5)的上限,那么变焦期间的移动量变大。因此,变得难以减小整个透镜系统的尺寸。

[0084] 条件式(6)限定配置包含在第一透镜单元L1中的接合透镜G1b的负透镜G13和正透镜G14的材料。接合透镜G1b总体上具有正折光力,包含在具有负折光力的第一透镜单元L1中,在广角侧校正横向色差,并且在望远端校正轴向色差。

[0085] 如果负透镜G13与正透镜G14之间的材料的阿贝数的差太小从而下降到低于条件式(6)的下限,那么由于接合透镜G1b的消色效果变小并且上述的色差增加,因此该配置是不利的。如果阿贝数的差太大从而超过条件式(6)的上限,那么上述色差的校正效果变得过剩。因此,变得难以在整个变焦透镜上实现高的光学特性。

[0086] 条件式(7)限定第二透镜单元L2的最像侧的接合透镜G2c的折光力。接合透镜G2c具有轴外光束通过的大的入射高度。因此,该透镜具有对于轴外光线校正诸如横向色差、像场弯曲和像散的各种像差的作用。

[0087] 如果接合透镜G2c的折光力相对于第二透镜单元L2的折光力太高从而下降到低于条件式(7)的下限,那么通过第二透镜单元L2,对于前述轴外光线的诸如横向色差的各種像差变得太大。因此,变得难以通过其它透镜校正像差。相反,如果接合透镜G2c的折光力太低从而超过条件式(7)的上限,那么第二透镜单元L2的物侧的正透镜G21和正透镜G22的折光力需要增加。作为结果,可见光范围和红外范围中的轴向色差增加。

[0088] 条件式(8)限定第一透镜单元L1的折光力。如果第一透镜单元L1的负折光力的绝对值太高从而下降到低于条件式(8)的下限,那么诸如横向色差、像场弯曲和像散的各种像差在广角侧增加。相反,如果第一透镜单元L1的负折光力的绝对值太小从而超过条件式(8)的上限,那么用于校正由于变焦导致的像平面的变动的第一透镜单元L1的移动量增加,总透镜长度变长,并且前透镜的有效直径增加。

[0089] 条件式(9)限定第二透镜单元L2的折光力。如果第二透镜单元L2的折光力太高从而下降到低于条件式(9)的下限,那么该配置对于整个透镜系统的尺寸的减小是有利的。然而,第二透镜单元L2大大导致轴向色差和球面像差。因此,变得难以在整个变焦范围上维持高的光学特性。相反,如果第二透镜单元L2的折光力太低从而超过条件式(9)的上限,那么变焦期间的移动量增加。因此,变得难以减小整个透镜系统的尺寸。

[0090] 条件式(10)限定第二透镜单元L2的正透镜G21和正透镜G22的折光力的分担比(sharing ratio),透镜G21和G22从物侧到像侧顺次布置。如图9所示,正透镜G21和正透镜G22均具有轴上光束的边缘光线通过的高的入射高度。因此,该配置大大影响球面像差和轴向色差。因此,为了实现大的孔径比和从可见光范围到近红外范围的广范围中的轴向色差的适当校正,使正透镜G21和正透镜G22分担正折光力是重要的。

[0091] 如果正透镜G21的折光力与正透镜G22的折光力相比太高从而下降到低于条件式(10)的下限,那么正透镜G21大大导致球面像差和轴向色差。因此,变得难以通过其它透镜

校正这样的各种像差。相反,如果正透镜G22的折光力与正透镜G21的折光力相比太高从而超过条件式(10)的上限,那么正透镜G22大大导致球面像差和轴向色差。因此,变得难以通过其它透镜校正这些像差。

[0092] 条件式(11)涉及广角端处总透镜长度的尺寸的减小。如果第二透镜单元L2的折光力太低从而下降到低于条件式(11)的下限,那么由于变焦导致的第二透镜单元L2的移动量变得太长,并且总透镜长度变长。相反,如果第二透镜单元L2的折光力太高从而超过条件式(11)的上限,那么第二透镜单元L2大大导致轴向色差和球面像差。因此,变得难以在整个变焦范围上维持高的光学特性。如果条件式(11)的上限被超过,那么总透镜长度TLw在广角端处变得太大,由此增加整个系统的尺寸。

[0093] 条件式(12)限定第一透镜单元L1的物侧的包含负透镜G11和负透镜G12的组合系统G1a的折光力,和包含彼此接合的负透镜G13和正透镜G14、并被设置为比系统G1a更接近图像、且总体上具有正折光力的接合透镜G1b的折光力。

[0094] 如果组合系统G1a的负折光力的绝对值太大从而下降到低于条件式(12)的下限,那么组合系统G1a导致广角端处的正横向色差系数太大。因此,变得难以通过接合透镜G1b校正系数。相反,如果接合透镜G1b的正折光力太高从而超过条件式(12)的上限(如果折光力的绝对值太大),那么整个第一透镜单元L1的负折光力变得太弱。

[0095] 作为结果,用于校正由于变焦导致的像平面的变动的第一透镜单元L1的移动量增加,总透镜长度增加,并且前透镜的有效直径变大。根据进一步期望的配置,条件式(4)~(12)的数值范围被设定如下。

[0096] $74.5 < v_{dave} \dots (4a)$

[0097] $1.25 < f_2/f_t < 1.8 \dots (5a)$

[0098] $0.024 < 1/v_{dp} - 1/v_{dn} < 0.050 \dots (6a)$

[0099] $1.4 < f_{2c}/f_2 < 3.0 \dots (7a)$

[0100] $1.0 < |f_1|/f_t < 1.6 \dots (8a)$

[0101] $2.75 < f_2/f_w < 3.9 \dots (9a)$

[0102] $0.9 < f_{21}/f_{22} < 1.4 \dots (10a)$

[0103] $5.2 < TL_w/f_2 < 6.5 \dots (11a)$

[0104] $0.12 < -f_{1a}/f_{1b} < 0.21 \dots (12a)$

[0105] 根据更期望的配置,条件式(5a)~(12a)的数值范围被设定如下,由此确保发挥由条件式代表的有利效果。

[0106] $1.3 < f_2/f_t < 1.7 \dots (5b)$

[0107] $0.030 < 1/v_{dp} - 1/v_{dn} < 0.042 \dots (6b)$

[0108] $1.6 < f_{2c}/f_2 < 2.5 \dots (7b)$

[0109] $1.1 < |f_1|/f_t < 1.5 \dots (8b)$

[0110] $3.00 < f_2/f_w < 3.85 \dots (9b)$

[0111] $0.95 < f_{21}/f_{22} < 1.35 \dots (10b)$

[0112] $5.3 < TL_w/f_2 < 6.0 \dots (11b)$

[0113] $0.14 < -f_{1a}/f_{1b} < 0.20 \dots (12b)$

[0114] 如上所述,每个实施例可实现尽管整个系统的尺寸小但在整个变焦范围上具有高

的光学特性、且具有广的视角以及明亮的变焦透镜。例如,可以实现约 100° 的总视角、且广角端处约1.2的F数、以及可支持具有符合全HD或更多的像素数的图像拾取元件的变焦透镜。每个实施例中的期望的配置如下。即,第二透镜单元L2从物侧到像侧顺次包含:正透镜G21、正透镜G22、负透镜组件(component)G23、包含彼此接合的正透镜G24和负透镜G25的接合透镜G2c。

[0115] 这里,透镜组件被限定为单个透镜或包含彼此接合的多个透镜的接合透镜。第二透镜单元L2的前述配置有利于抑制轴向色差和由于变焦导致的像场弯曲和像散,并且有利于实现大的孔径比,同时在整个变焦范围上维持高的光学特性。

[0116] 第一透镜单元L1从物侧到像侧顺次包含:在物侧具有凸表面的弯月形负透镜G11;双凹形负透镜G12;包含彼此接合的负透镜G13和正透镜G14且总体上具有正折光力的接合透镜G1b。负折光力由三个负透镜分担,由此有利于实现广的视角。并且,具有正折光力的接合透镜G1b的采用减小广角端附近的横向色差和望远端附近的轴向色差,由此有利于在整个变焦范围上实现具有减小的颜色模糊的高光学特性。

[0117] 孔径光阑SP被布置在第一透镜单元L1后方,并且在变焦期间不可移动。孔径光阑SP在变焦期间的不可动性消除了新设置用于变焦移动的致动器的需要,并有利于整个系统的尺寸的减小。

[0118] 以下描述每个实施例的透镜的配置。在每个实施例中,第一透镜单元L1包含:在物侧具有凸表面的弯月形负透镜G11;双凹形负透镜G12;在物侧具有凸表面的弯月形负透镜G13;和在物侧具有凸表面的弯月形或双凸形的正透镜G14。负透镜G13和正透镜G14具有接合配置。两个透镜的材料之间的阿贝数的适当的差被配置,由此有效地校正色差。负透镜G11采用折射率超过2.0的材料,这有利于整个系统的尺寸的减小。

[0119] 第二透镜单元L2包含:在物侧具有凸表面的正透镜G21;在像侧与在物侧相比具有更高的折光力的双凸形正透镜G22;和在物侧具有凸表面的负透镜组件G23。该单元还包含含有彼此接合的双凸形正透镜G24和双凹形负透镜G25且总体上具有正折光力的接合透镜G2c。

[0120] 在每个实施例中,低色散材料被采用到正透镜G22和具有轴上光束的边缘光线的高的入射高度(hw)的正透镜G21中,由此减小可见光范围中的轴向色差。并且,在每个实施例中,正透镜G22采用满足前述条件式(2)和(3)的材料,并且在从可见光范围到近红外光范围的广范围上减小轴向色差。

[0121] 更具体地,在实施例1中,采用由Ohara, Inc.制造的具有商品名S-FPL52的材料($n_d=1.45600$ 、 $v_d=90.3$ 、 $\theta_{Ct}=0.842$)。在实施例2中,采用萤石($n_d=1.43387$ 、 $v_d=95.1$ 、 $\theta_{Ct}=0.809$)。在实施例3和4中,采用由Ohara, Inc.制造的具有商品名S-FPL53的材料($n_d=1.43875$ 、 $v_d=94.9$ 、 $\theta_{Ct}=0.838$)。

[0122] 包含在第二透镜单元L2中的负透镜组件G23在实施例1、2和4中为单个负透镜,而在实施例3中为透镜彼此接合的接合透镜,该接合透镜包含在物侧具有凸表面的弯月形负透镜和在物侧具有凸表面的弯月形正透镜。单个透镜的配置有利于实现第二透镜单元L2的厚度的减小,这对于减小总透镜长度的尺寸是有利的。接合透镜的配置有利于校正轴向色差和横向色差,并且继而有利于实现大的孔径和高的图像质量。

[0123] 在每个实施例中,正透镜G21的两个表面均具有非球面形状,这适当地校正诸如球

面像差的各种像差。在实施例1、2和4中，正接合透镜G2c的物侧的表面具有非球面形状，这有利于校正像场弯曲和像散。

[0124] 在实施例1~4中，第二透镜单元具有非球面形状。可替代地，其它透镜单元可适当地具有非球表面的配置。例如，将非球表面采用到最物侧的负透镜G11透镜中有利于校正诸如畸变和像散的轴外像差，原因是光束在该位置处扩展(spread)。

[0125] 下面，参照图10描述包含本发明的变焦透镜作为成像光学系统的监视照相机(图像拾取设备)的实施例。图10示出监视照相机本体30和包含实施例1~4中所描述的变焦透镜中的任一个的成像光学系统31。诸如CCD传感器或CMOS传感器的固态图像拾取元件32(光电转换元件)被嵌在照相机本体中并接收通过成像光学系统31形成的被照体图像的光。存储器33存储与通过固态图像拾取元件32光电转换的被照体图像对应的信息。网络电缆34用于传送通过元件32光电转换的被照体图像。

[0126] 如上所述，根据每个实施例，可以实现在具有广的角度的同时在整个变焦范围上具有高的光学特性的小尺寸变焦透镜以及包含该变焦透镜的图像拾取设备。这些实施例是具有约 100° 的最大视角 2ω 的覆盖、且广角端处约1.2的 F_{no} 、以及可支持全HD或更高像素的图像拾取元件的小尺寸变焦透镜以及包含该变焦透镜的图像拾取设备。在每个实施例中，可以采用以下配置。

[0127] 一透镜的形状和数量不限于在每个实施例中描述的那些；要进行适当的变化。

[0128] 一采用孔径光阑SP在变焦期间移动的配置。

[0129] 一非球面透镜的材料不限于玻璃；可替代地，采用在球面透镜表面上具有由树脂材料制成的非球面形状(安装非球面组件)的混合型非球面透镜或由塑料材料制成的非球面透镜。

[0130] 一透镜中的一些和透镜单元的一部分被移动以具有与光轴垂直的成分(component)，由此校正由于诸如非故意的手移动的振动导致的图像模糊。

[0131] 一在采用到包含固态图像拾取元件的图像拾取设备中的情况下，通过电图像处理由校正单元校正畸变和色差。

[0132] 以上已描述了本发明的期望的实施例。然而，本发明不限于这些实施例和光学规格(视角和 F_{no})。相反，可在其要旨内进行各种修改和变化。

[0133] 下面，描述与本发明的各实施例1~4对应的数值例1~4。在每个数值例中，i表示从物侧算起的光学表面的次序。 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表面与第(i+1)表面之间的间隔。 n_{di} 和 v_{di} 分别表示第i个光学部件的材料对于d线的折射率和阿贝数。 θ_{Ct} 表示由式(A)限定的值。 hw 表示轴上光束的边缘光线在广角端处通过第二透镜单元L2的入射高度。

[0134] 后焦距(BF)是通过空气转换从透镜最后表面到近轴像平面的长度所获取的值。总透镜长度是通过将后焦距(BF)相加到从透镜最前表面到透镜最后表面的长度所获取的值。长度的单位为毫米。 k 为离心率。 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 和 A_{12} 为非球面系数。 x 为参照表面顶点离光轴的高度为 h 的位置处沿光轴方向的位移。

[0135] 这里，非球面形状表示如下。

[0136]
$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$
，这里， R 为近轴曲率半径， ω (半视角)为涉及考虑畸变量的可成像视角的数值。表1示出每个数值例中的

与前述条件式的对应。

[0137] [数值例1]

[0138] 单位mm

[0139] 表面数据

[0140]

表面号	r	d	nd	vd	θ_{Ct}	hw
1	17.569	0.90	2.00100	29.1	0.684	-
[0141]						
2	7.348	7.15				-
3	-21.372	0.60	1.83481	42.7	0.756	-
4	201.467	0.15				-
5	38.561	0.60	1.71300	53.9	0.819	-
6	14.235	2.70	1.94595	18.0	0.632	-
7	72.218	(可变)				-
8 (光阑)	∞	(可变)				-
9*	11.292	2.50	1.58313	59.4	0.827	4.670
10*	-46.529	0.15				4.624
11	12.168	4.10	1.45600	90.3	0.843	4.655
12	-9.110	0.15				4.436
13	12.888	0.60	1.80809	22.8	0.660	-
14	4.905	1.34				-
15*	8.576	3.12	1.85135	40.1	0.736	2.870
16	-6.839	0.70	1.67270	32.1	0.705	2.302
17	9.737	(可变)				-
18	∞	2.00	1.52000	61.4	0.833	-
19	∞	0.50				-
像平面	∞					

[0142] 非球面数据

[0143] 第9表面

[0144] $K=6.86073e-001$ $A4=-3.04750e-004$ $A6=-1.59282e-006$

[0145] $A8=2.20598e-007$ $A10=-1.37235e-008$

[0146] 第10表面

[0147] $K=-1.14143e+002$ $A4=2.71603e-004$ $A6=9.84372e-006$

[0148] $A8=7.07373e-008$ $A10=-6.77491e-009$

[0149] 第15表面

[0150] $K=1.61114e+000$ $A4=-3.13703e-004$ $A6=5.60899e-007$

[0151] $A8=-5.19513e-007$ $A10=2.40838e-008$

[0152] 各条数据

[0153] 变焦比 2.30

	广角	中间	望远
[0154]			
焦距	2.84	4.32	6.54
F 数	1.24	1.46	1.79
半视角 (度)	46.57	34.78	24.65
图像高度	3.00	3.00	3.00
总透镜长度	49.52	41.15	36.89
BF	4.49	5.91	8.02
d7	16.60	8.22	3.97
d8	3.68	2.27	0.15
[0155]	d17	2.68	4.09
			6.21

变焦透镜单元数据

单元	开始表面	焦距
1	1	-9.22
2	9	8.80

各种数值

f2c=14.93, f2l=15.84, f22=12.16, TLw=49.52, f1a=-7.07, f1b=44.71

- [0156] [数值例2]
- [0157] 单位mm
- [0158] 表面数据

	表面号	r	d	nd	vd	θ_{Ct}	hw
	1	24.997	1.00	2.00100	29.1	0.684	-
	2	7.524	6.23				-
	3	-21.024	0.70	1.69680	55.5	0.833	-
	4	35.907	1.23				-
	5	33.508	0.70	1.83481	42.7	0.756	-
	6	19.300	2.70	1.94595	18.0	0.632	-
	7	-577.343	(可变)				-
[0159]	8 (光阑)	∞	(可变)				-
	9*	9.887	2.82	1.55332	71.7	0.816	4.884
	10*	-57.903	0.15				4.834
	11	12.063	4.30	1.43387	95.1	0.809	4.779
	12	-9.369	0.15				4.431
	13	42.105	0.60	1.80518	25.4	0.668	-
	14	7.286	0.85				-
	15*	9.899	3.20	1.85135	40.1	0.736	2.992
	16	-6.282	0.70	1.71736	29.5	0.691	2.403
	17	11.959	(可变)				-
	18	∞	2.00	1.52000	61.4	0.833	-
[0160]	19	∞	0.50				-
	像平面	∞					
[0161]	非球面数据						
[0162]	第9表面						
[0163]	$K=8.26660e-001$ $A4=-3.71954e-004$ $A6=-5.91269e-006$						
[0164]	$A8=2.16802e-007$ $A10=-1.31069e-008$						
[0165]	第10表面						
[0166]	$K=-6.70555e+001$ $A4=1.07505e-004$ $A6=4.77452e-006$						
[0167]	$A8=-2.35776e-008$ $A10=-2.80096e-009$						
[0168]	第15表面						
[0169]	$K=0.00000e+000$ $A4=-4.49192e-004$ $A6=-1.19662e-005$						
[0170]	$A8=5.93493e-009$ $A10=-1.15904e-008$						
[0171]	各条数据						
[0172]	变焦比 2.32						

	广角	中间	望远
焦距	2.64	4.04	6.13
F 数	1.24	1.44	1.79
半视角(度)	48.65	36.62	26.08
图像高度	3.00	3.00	3.00
总透镜长度	51.30	42.16	37.50
BF	4.74	6.19	8.36
[0173]	d7	17.45	8.31
	d8	3.77	2.32
	d17	2.93	4.37
变焦透镜单元数据			
	单元	开始表面	焦距
	1	1	-8.82
	2	9	9.15
各种数值			
[0174]	f2c=17.97,	f21=15.49,	f22=12.94,
	TLw=51.30,	f1a=-5.80,	f1b=31.08
[0175]	[数值例3]		
[0176]	单位mm		
[0177]	表面数据		

	表面号	r	d	nd	vd	θ_{Ct}	hw
	1	21.593	1.00	2.00100	29.1	0.684	-
	2	7.052	7.65				-
	3	-19.072	0.75	1.65160	58.5	0.827	-
	4	26.591	0.57				-
	5	30.135	0.70	1.60311	60.6	0.832	-
	6	14.131	1.99	1.94595	18.0	0.632	-
	7	60.753	(可变)				-
	8 (光阑)	∞	(可变)				-
[0178]	9*	11.625	2.80	1.55332	71.7	0.816	5.087
	10*	-36.871	0.15				5.039
	11	14.886	4.50	1.43875	94.9	0.838	5.076
	12	-9.332	0.15				4.886
	13	14.679	0.60	1.90366	31.3	0.696	-
	14	5.065	1.68	1.60311	60.6	0.832	3.317
	15	6.777	1.35				2.962
	16	9.963	2.73	1.83481	42.7	0.756	2.731
	17	-6.576	0.75	1.75520	27.5	0.680	2.243
	18	19.244	(可变)				-
	19	∞	2.00	1.52000	61.4	0.833	-
	20	∞	0.45				-
	像平面	∞					
[0179]	非球面数据						
[0180]	第9表面						
[0181]	$K=9.98229e-001$ $A4=-2.24918e-004$ $A6=1.13961e-006$						
[0182]	$A8=1.08949e-007$ $A10=-8.62967e-009$ $A12=1.56632e-023$						
[0183]	第10表面						
[0184]	$K=-7.72107e+001$ $A4=2.36680e-004$ $A6=1.04466e-005$						
[0185]	$A8=4.78774e-008$ $A10=-6.14514e-009$						
[0186]	各条数据						
[0187]	变焦比 2.31						

	广角	中间	望远
焦距	2.65	4.04	6.12
F 数	1.24	1.46	1.90
半视角 (度)	48.53	36.60	26.11
图像高度	3.00	3.00	3.00
总透镜长度	49.80	43.04	40.19
BF	4.50	6.31	9.02
[0188]	d7	13.26	6.50
	d8	4.67	2.86
	d18	2.73	4.54
变焦透镜单元数据			
	单元	开始表面	焦距
	1	1	-7.12
	2	9	9.28
各种数值			
	f2c=16.23,	f21=16.31,	f22=13.86,
	TLw=49.80,	f1a=-5.19,	f1b=34.09
[0189]	[数值例4]		
[0190]	单位mm		
[0191]	表面数据		
	表面号	r	d
	1	24.341	1.05
	2	7.350	7.01
	3	-24.345	0.70
	4	23.447	0.71
	5	24.178	0.65
	6	13.991	2.24
[0192]	7	123.813	(可变)
	8 (光阑)	∞	(可变)
	9*	10.671	2.86
	10*	-34.862	0.15
	11	15.038	4.26
	12	-10.644	0.15
	13	21.294	0.55
		nd	vd
		2.00100	29.1
		1.77250	49.6
		1.77250	49.6
		1.94595	18.0
		θ_{Ct}	hw
		0.684	-
		0.796	-
		0.796	-
		0.632	-
		0.816	5.242
			5.171
			5.115
			4.801
			-

	14	6.546	1.18			-
	15*	12.081	3.48	1.76802	49.2	0.788
	16	-6.369	0.60	1.64769	33.8	0.712
[0193]	17	27.848	(可变)			-
	18	∞	2.00	1.52000	61.4	0.833
	19	∞	0.50			-

像平面 ∞

[0194] 非球面数据

[0195] 第9表面

[0196] $K=8.26660\text{e-}001$ $A4=-2.67156\text{e-}004$ $A6=-2.86003\text{e-}006$ [0197] $A8=1.26883\text{e-}007$ $A10=-5.69068\text{e-}009$

[0198] 第10表面

[0199] $K=-6.70555\text{e+}001$ $A4=1.33759\text{e-}004$ $A6=5.71826\text{e-}006$ [0200] $A8=2.57656\text{e-}008$ $A10=-3.10014\text{e-}009$

[0201] 第15表面

[0202] $K=0.00000\text{e+}000$ $A4=-7.49330\text{e-}005$ $A6=2.86890\text{e-}008$ [0203] $A8=-2.73099\text{e-}007$ $A10=1.14677\text{e-}008$

[0204] 各条数据

[0205] 变焦比 2.30

	广角	中间	望远
焦距	2.59	3.93	5.94
F 数	1.25	1.46	1.82
半视角(度)	49.61	37.73	27.09
图像高度	3.04	3.04	3.04
总透镜长度	52.50	44.48	40.73
[0206] BF	5.70	7.45	10.08
d7	16.27	8.26	4.51
d8	4.94	3.18	0.55
d17	3.88	5.64	8.27

变焦透镜单元数据

单元	开始表面	焦距
1	1	-7.52
2	9	9.83

[0207]

各种数值

 $f2c=16.55$, $f21=15.10$, $f22=14.96$, $TLw=52.50$, $f1a=-5.02$, $f1b=27.00$

[0208] [表1]

[0209]

条件式	数值例1	数值例2	数值例3	数值例4
(1)	G21:1.64 G22:1.64	G21:1.85 G22:1.81	G21:1.92 G22:1.91	G21:2.03 G22:1.98
(2)	90.3	95.1	94.9	94.9
(3)	-0.128	-0.184	-0.155	-0.155
(4)	74.9	83.4	83.4	83.4
(5)	1.35	1.49	1.52	1.65
(6)	0.0371	0.0322	0.0391	0.0355
(7)	1.70	1.96	1.75	1.68
(8)	1.41	1.44	1.16	1.27
(9)	3.10	3.47	3.50	3.80
(10)	1.30	1.20	1.18	1.01
(11)	5.63	5.60	5.37	5.34
(12)	0.158	0.186	0.152	0.186

[0210] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明,但要理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。随附权利要求的范围要被赋予最宽的解释以包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

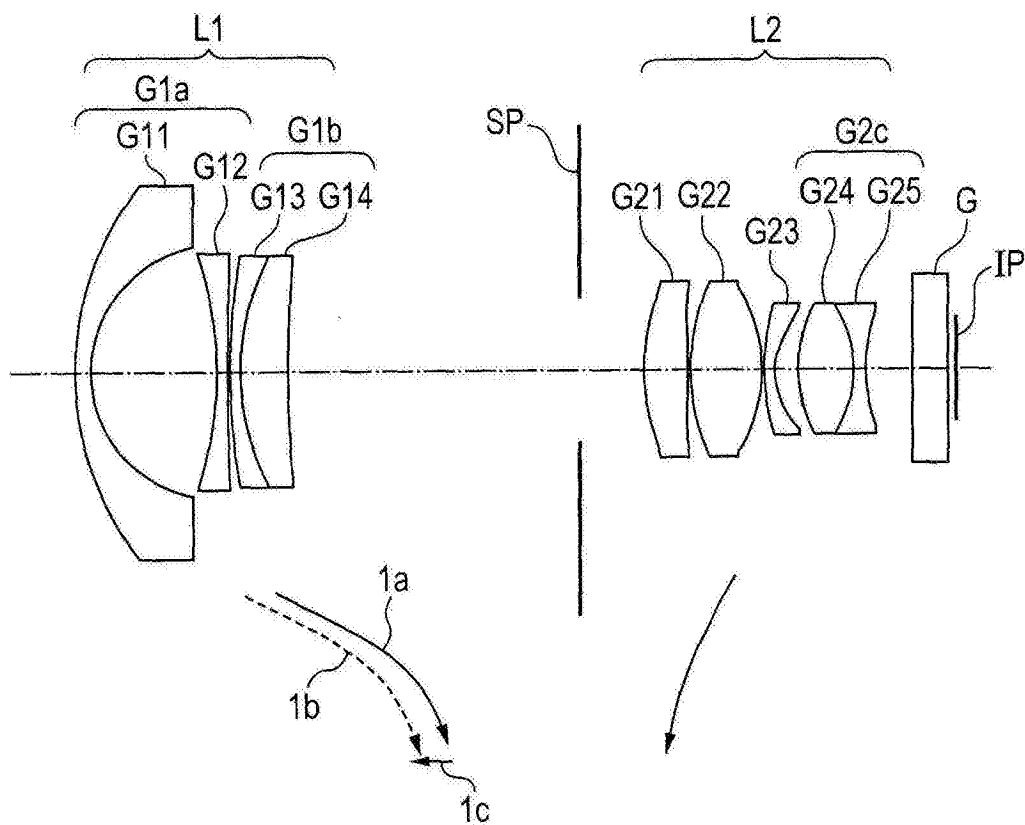


图1

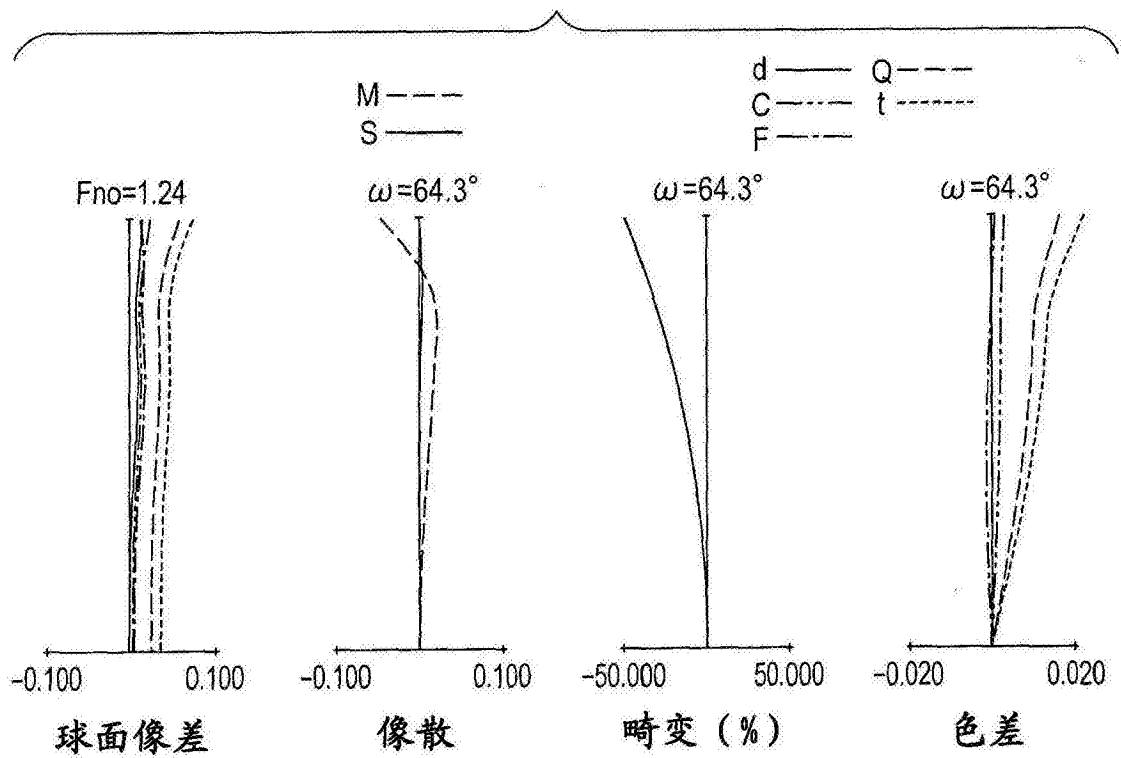


图2A

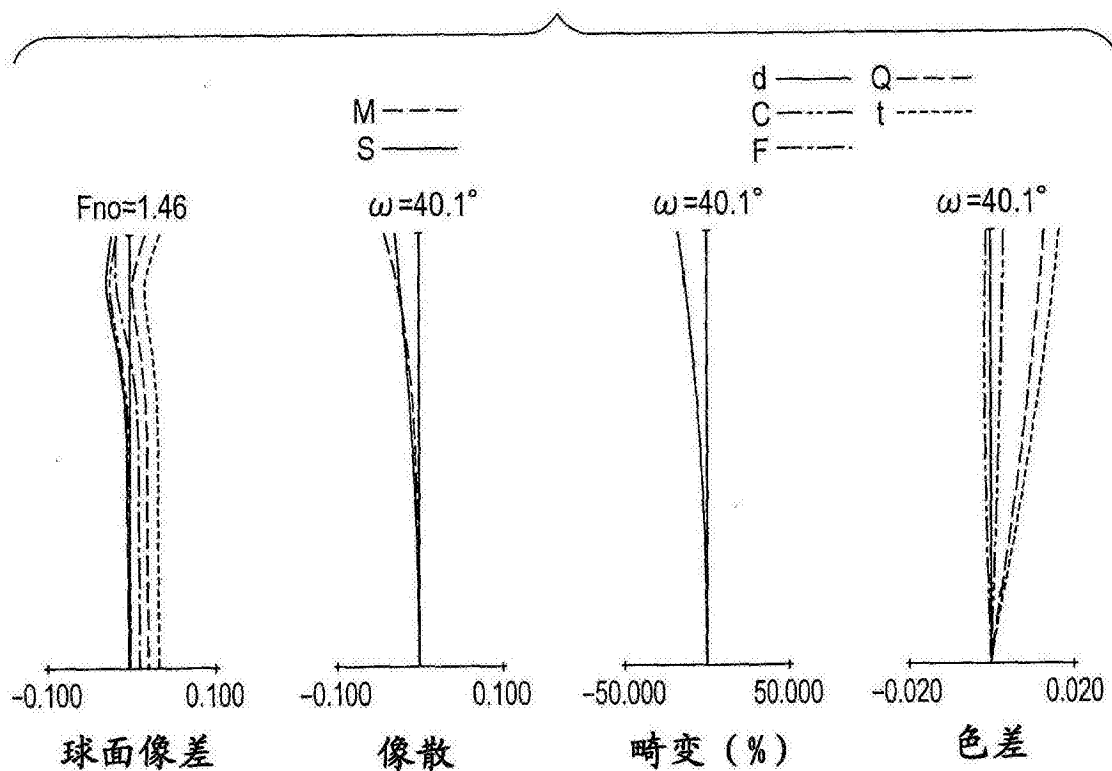


图2B

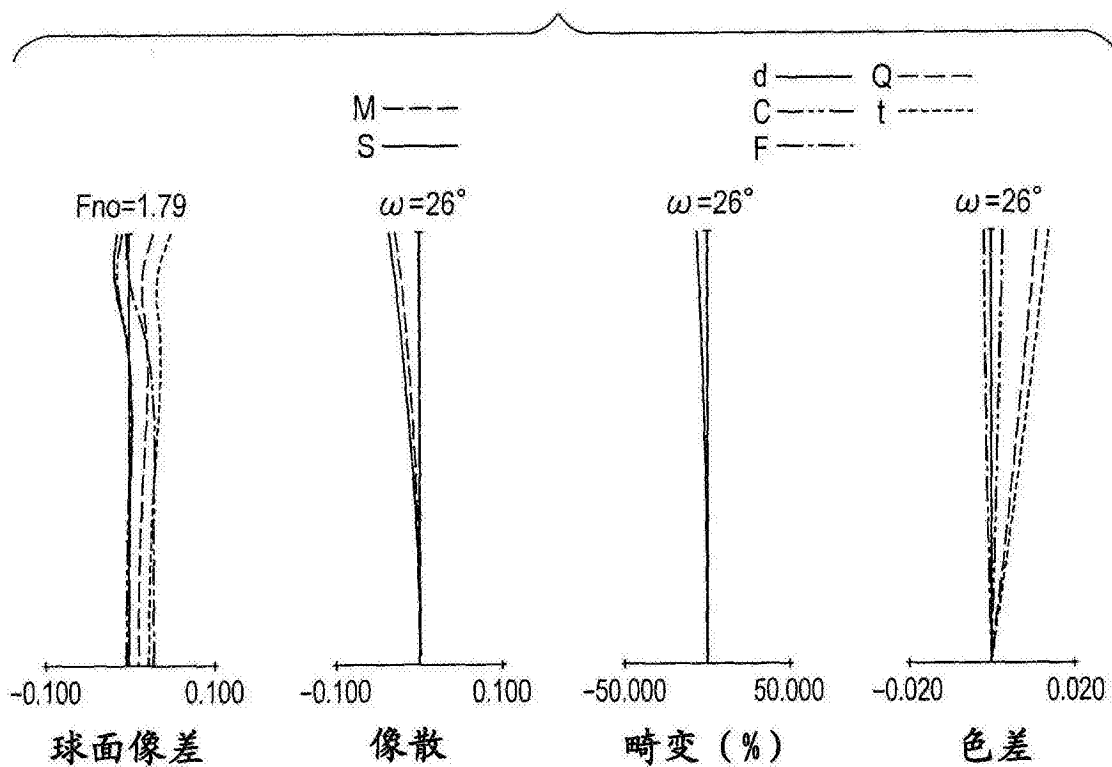


图2C

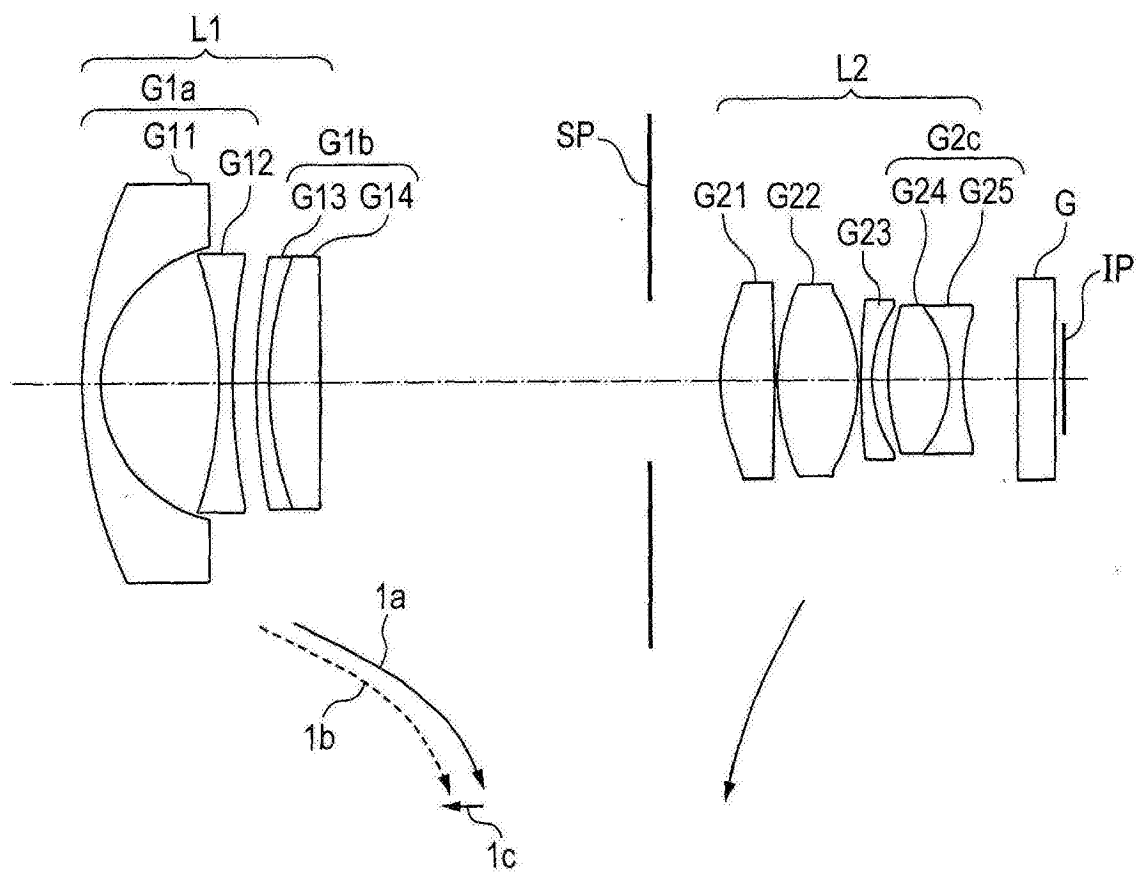


图3

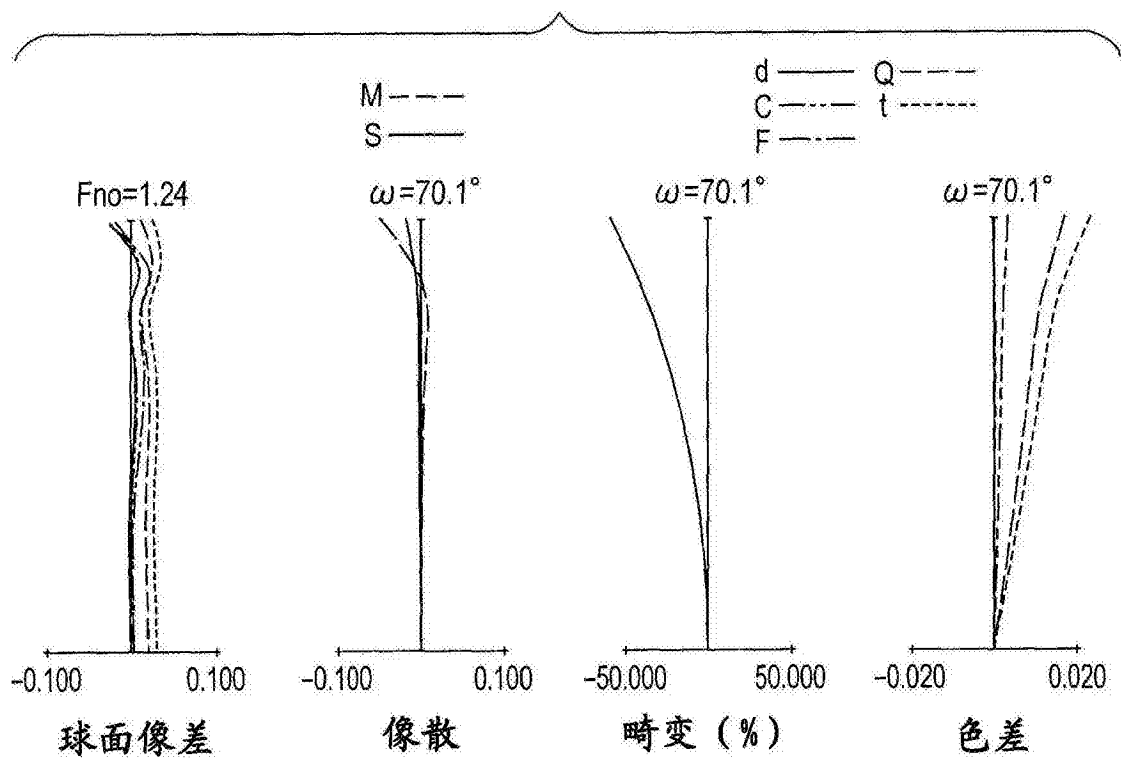


图4A

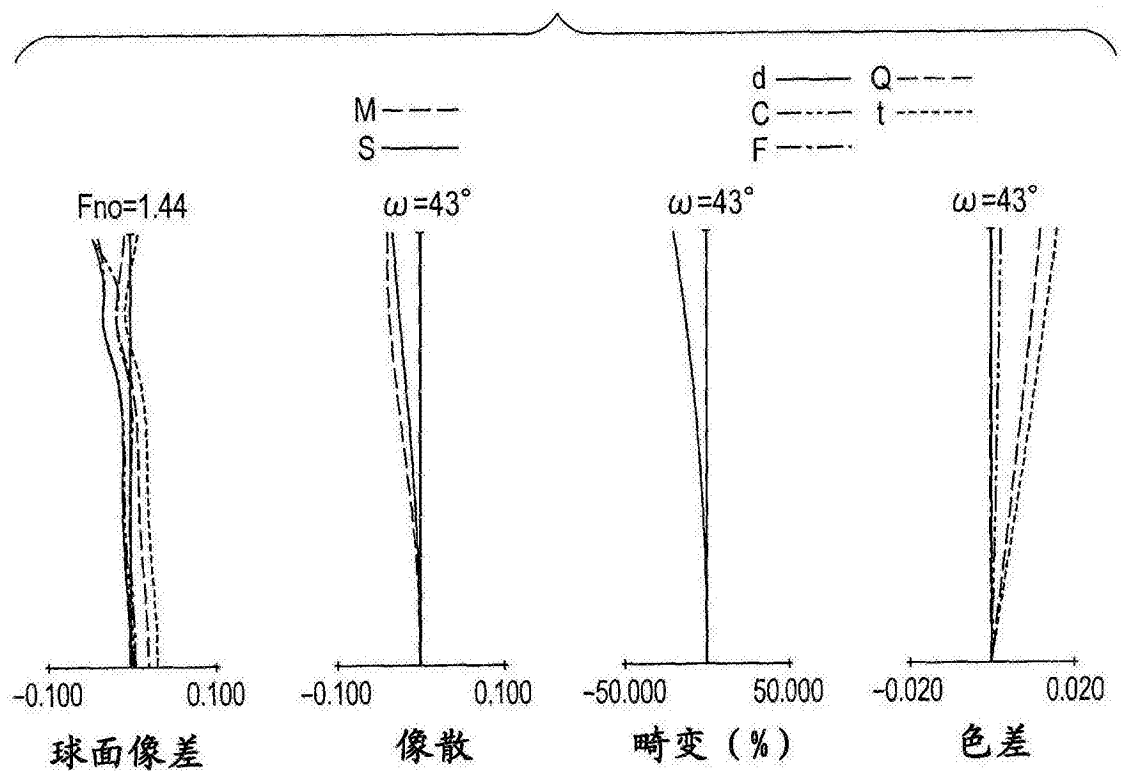


图4B

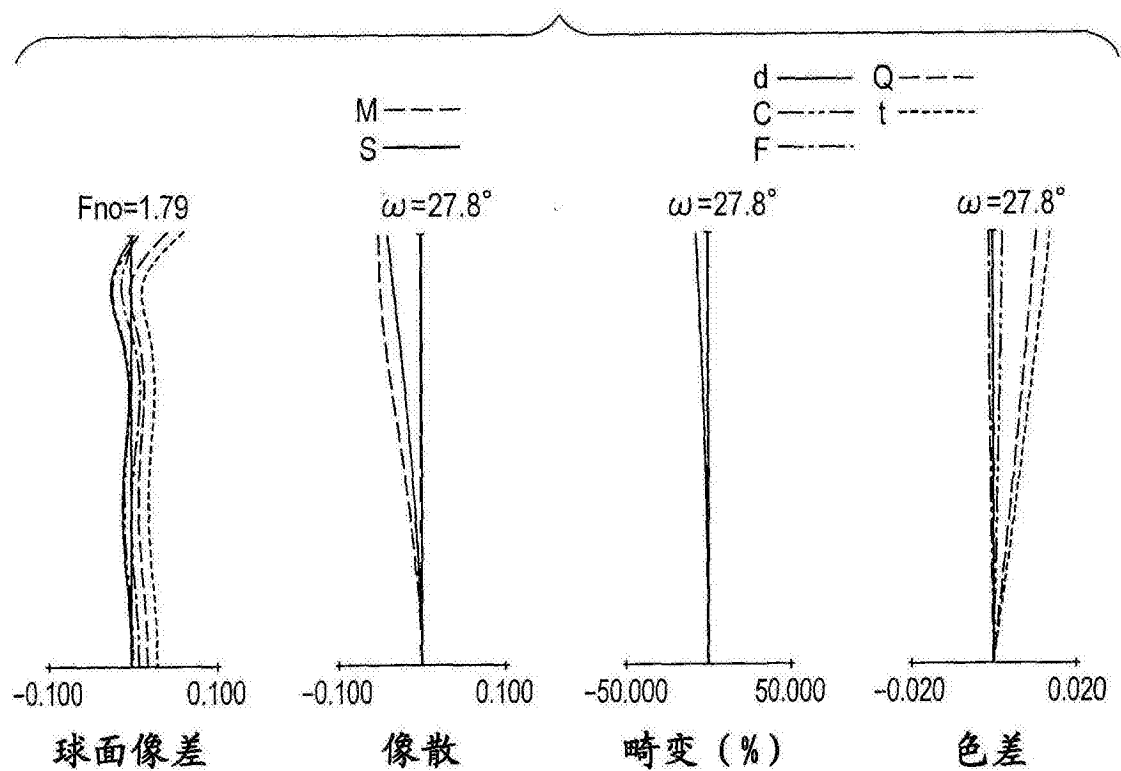


图4C

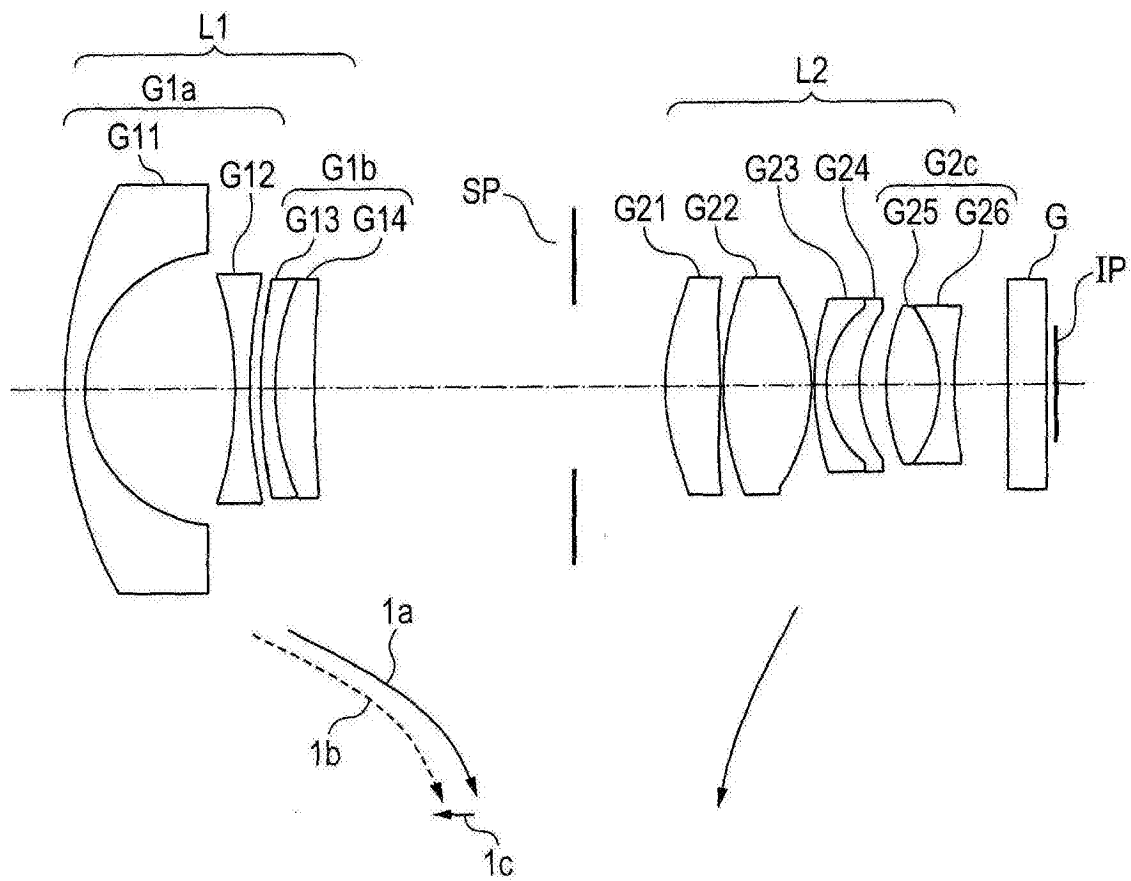


图5

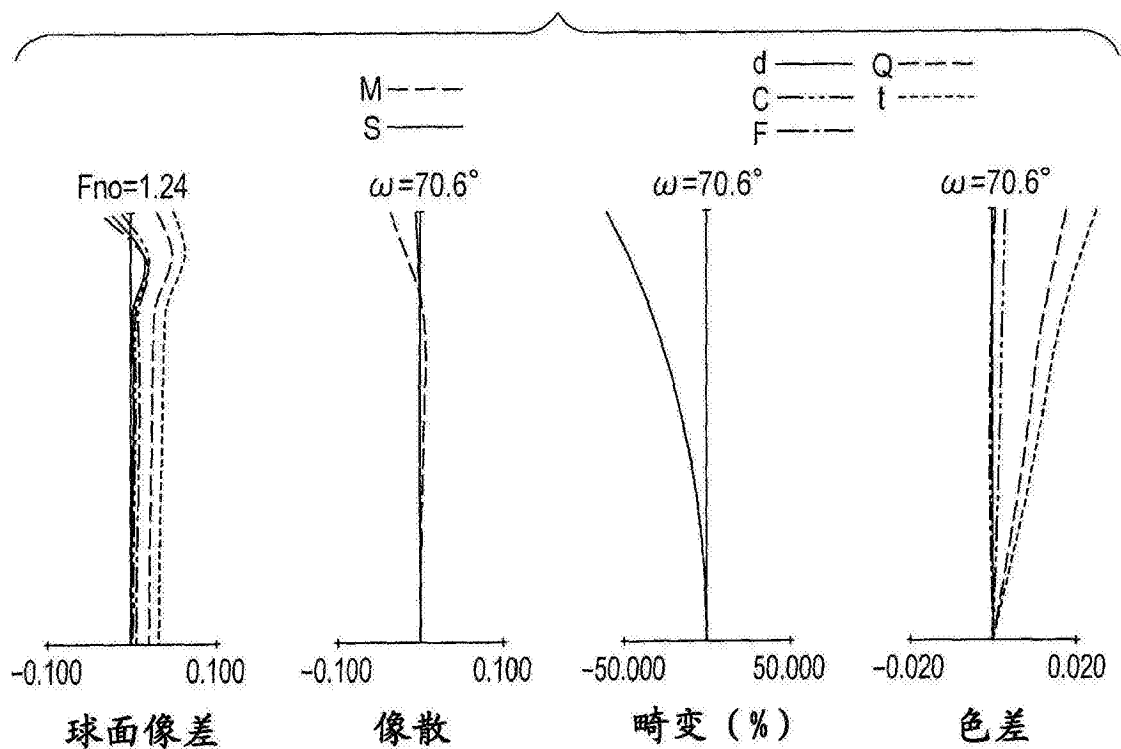


图6A

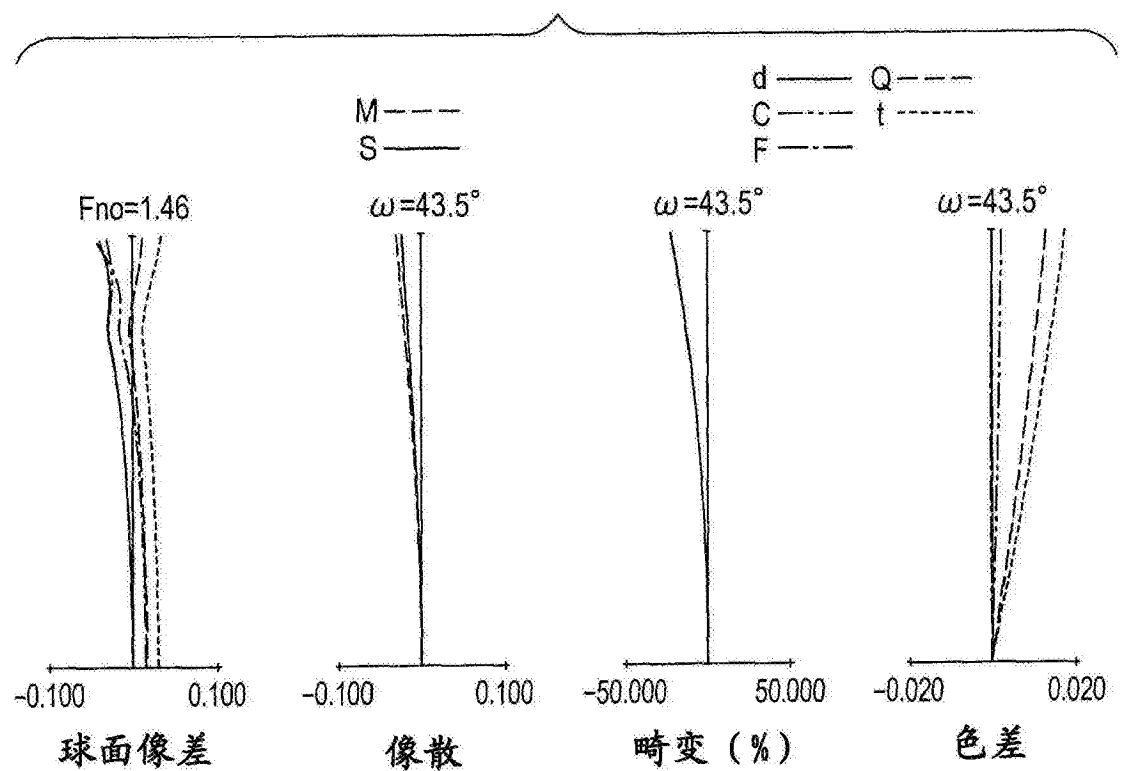


图6B

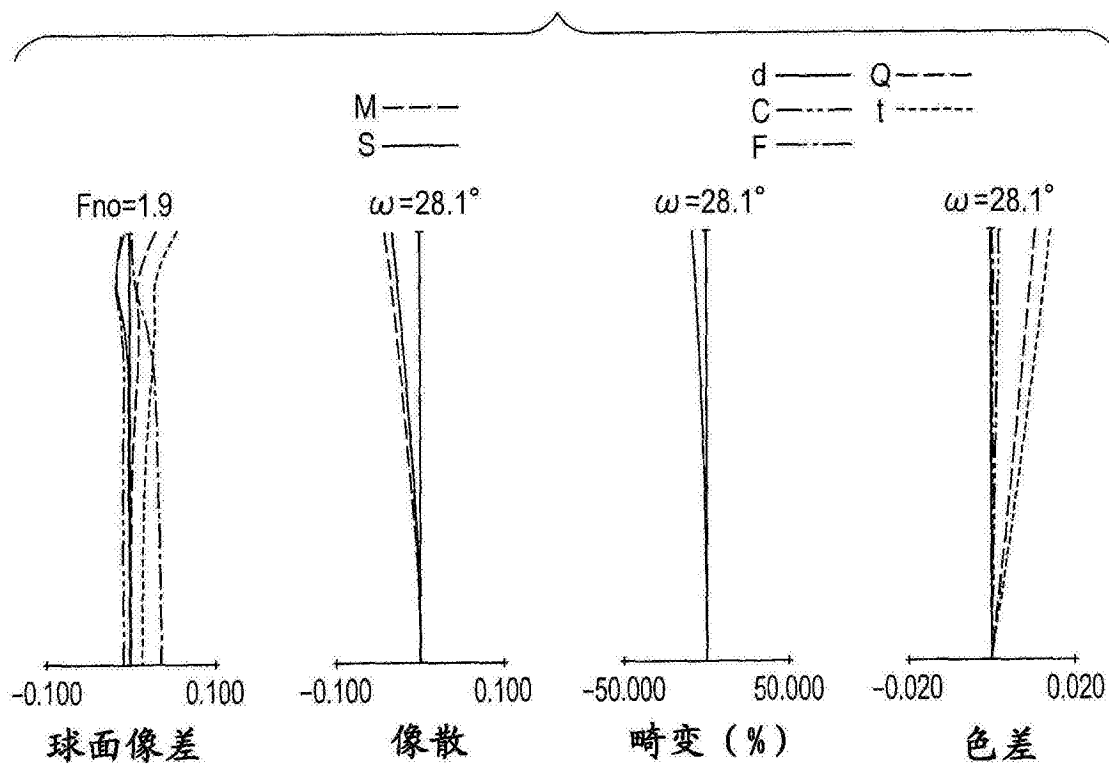


图6C

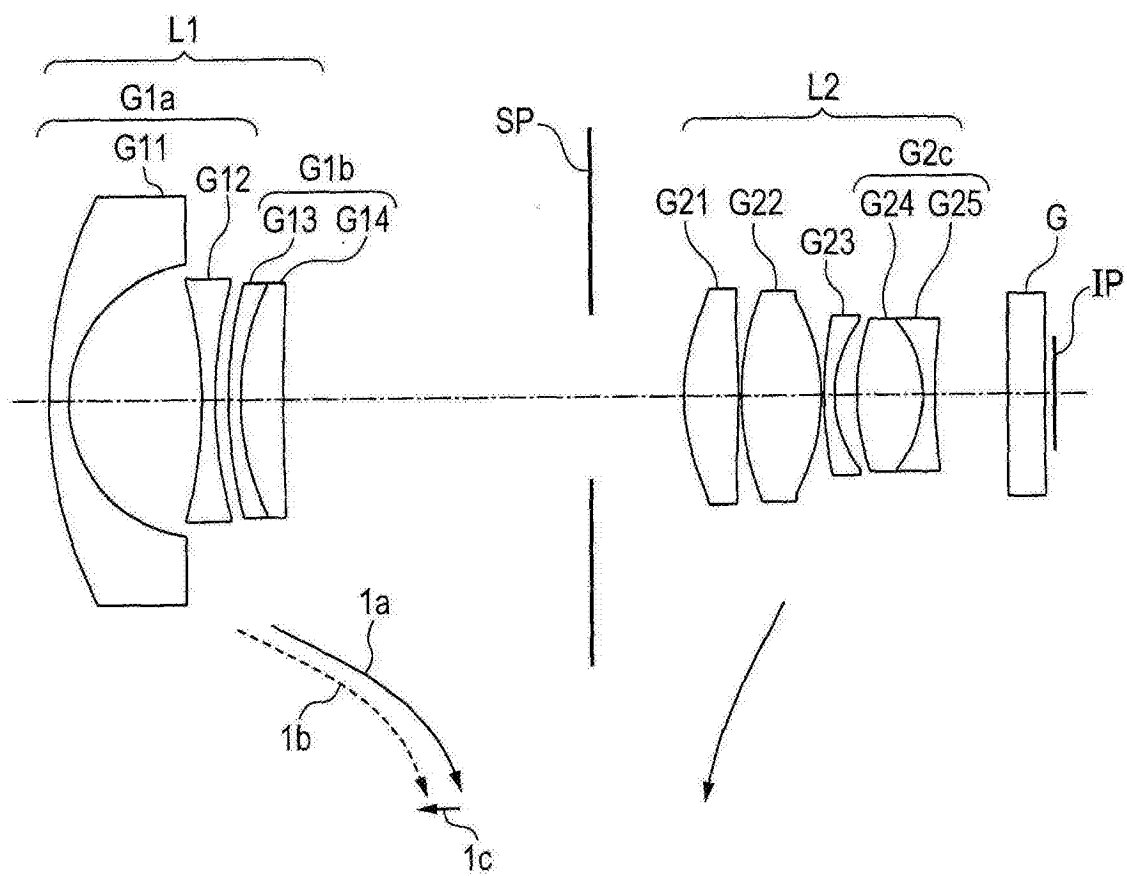


图7

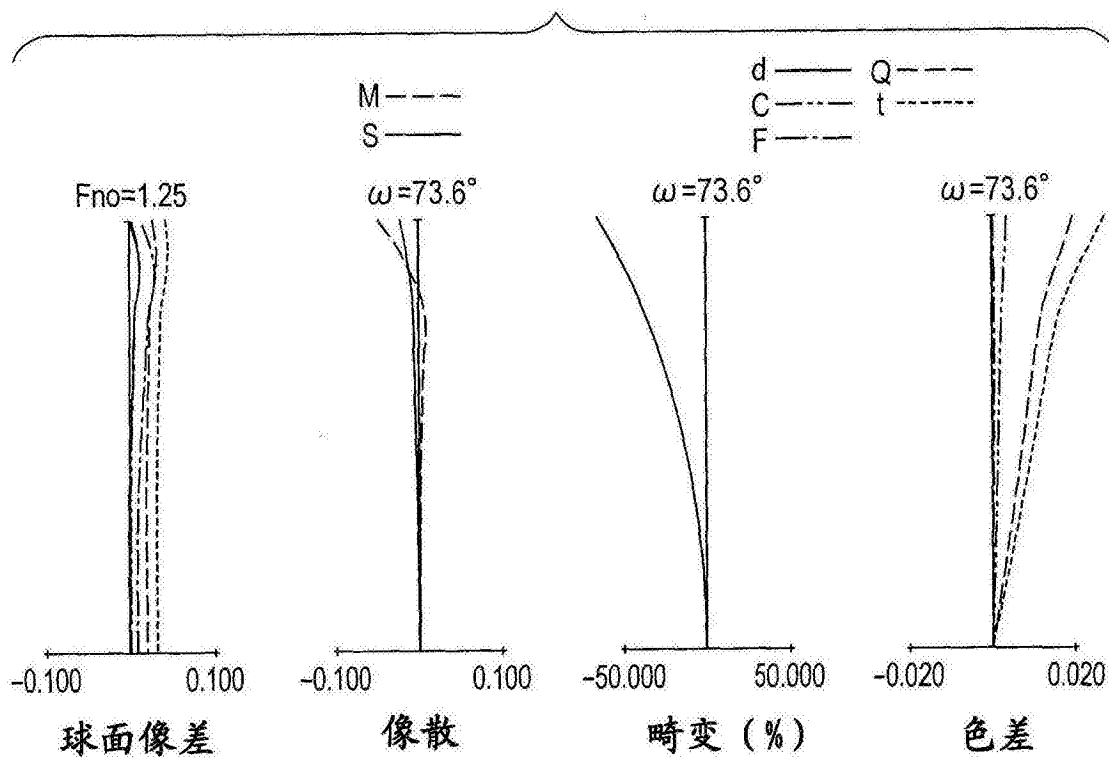


图8A

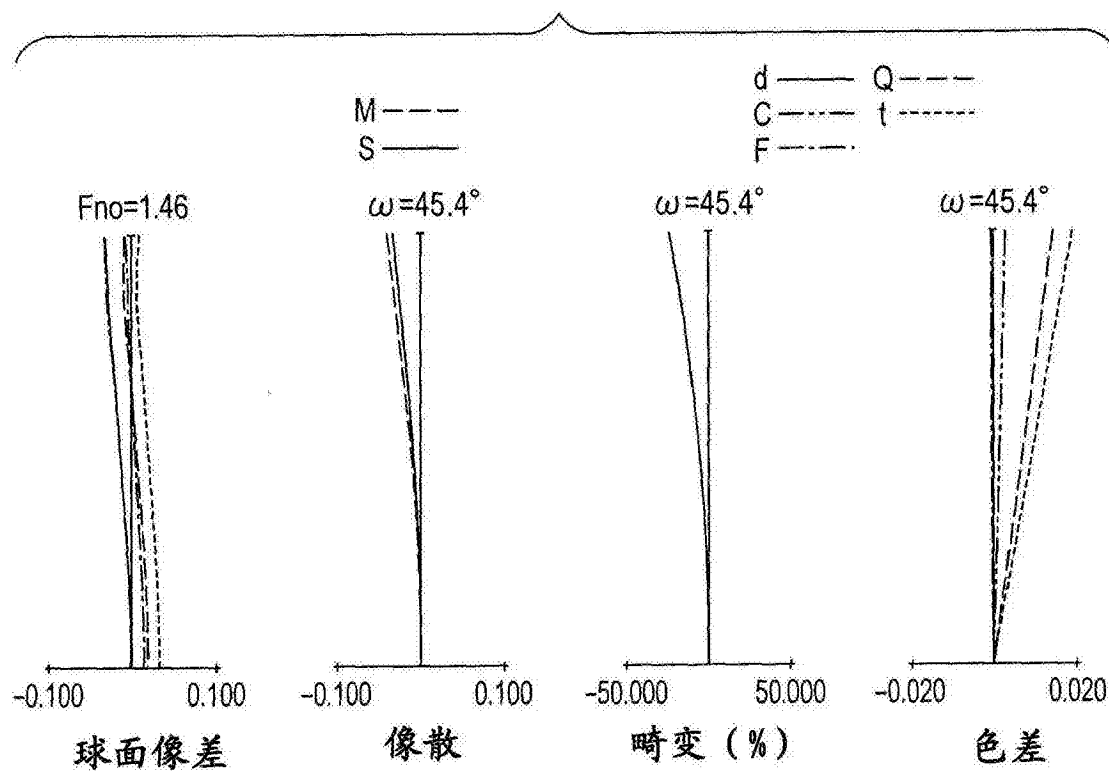


图8B

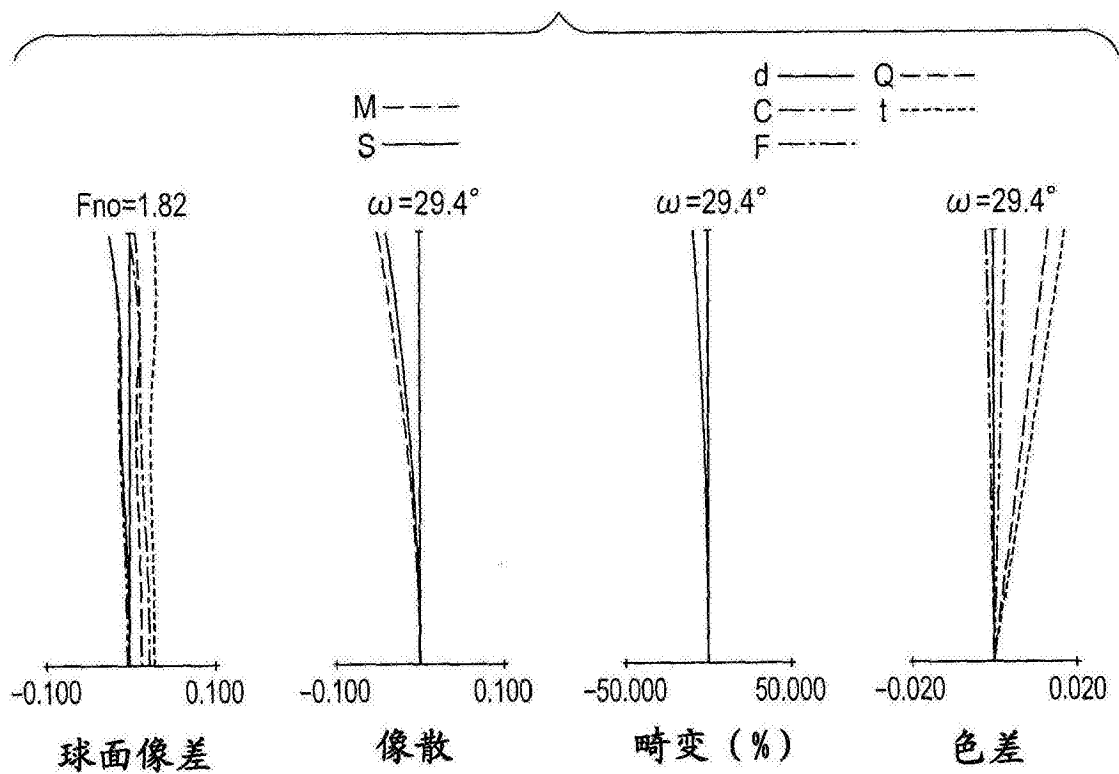


图8C

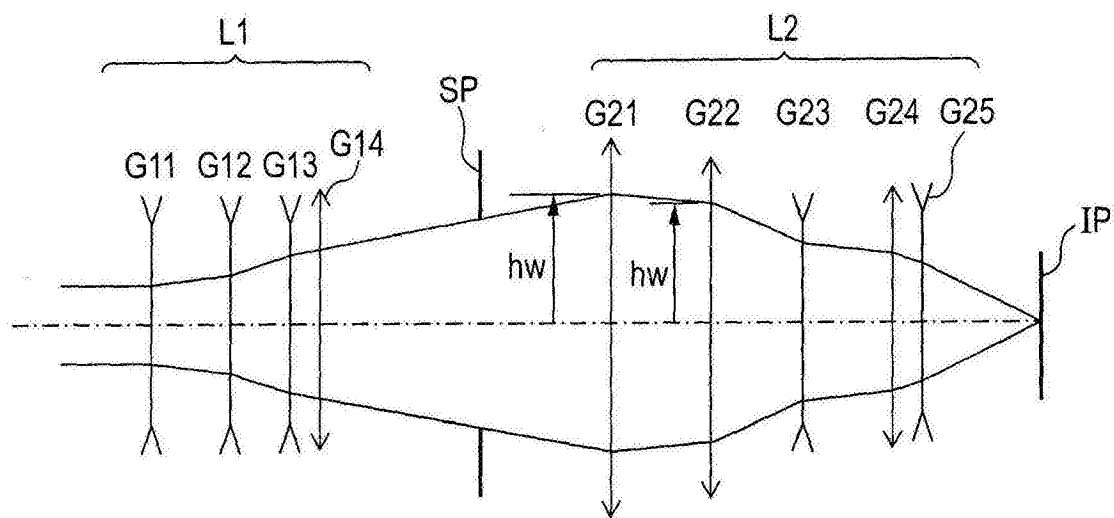


图9

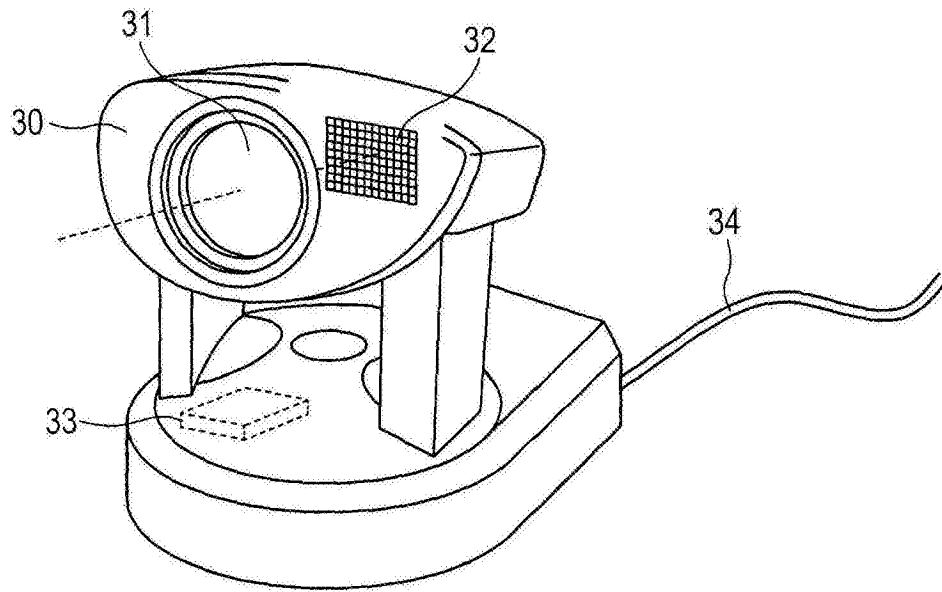


图10