



(21) 申请号 202111184785.9

(22) 申请日 2021.10.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114355587 A

(43) 申请公布日 2022.04.15

(30) 优先权数据
2020-172111 2020.10.12 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 市村纯也

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
专利代理师 汪晶晶

(51) Int.Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

G02B 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2016178877 A1, 2016.06.23

US 5748384 A, 1998.05.05

审查员 李松岩

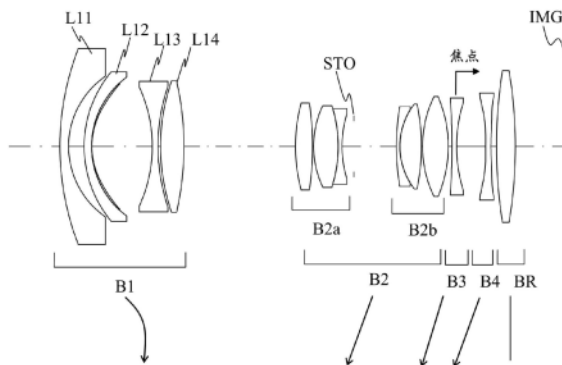
权利要求书3页 说明书23页 附图11页

(54) 发明名称

变焦透镜和图像拾取装置

(57) 摘要

本公开涉及变焦透镜和图像拾取装置。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、具有负折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元，以及具有正折光力并且被部署为最靠近像平面的后透镜单元。在从广角端向望远端变焦期间，第二透镜单元向物侧移动，并且相邻透镜单元之间的各个距离发生变化。满足预定条件。



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;
具有负折光力的第三透镜单元;
具有负折光力的第四透镜单元;以及
具有正折光力并且被部署为最靠近像平面的后透镜单元,
其特征在于,在从广角端向望远端变焦期间,第二透镜单元向物侧移动,并且相邻透镜单元之间的各个距离发生变化,
其中第一透镜单元包括多个透镜,
其中第二透镜单元从物侧到像侧依次由具有多个透镜的第一子透镜单元、光圈和具有多个透镜的第二子透镜单元组成,
其中第一子透镜单元、光圈和第二子透镜单元被配置为在从广角端向望远端变焦期间整体移动,
其中满足以下不等式:
$$-3.7 \leq f_{g1}/f_w \leq -1.5$$
$$-0.10 \leq mR/BF_w \leq 0.30$$
其中 f_{g1} 表示变焦透镜中最靠近物体的透镜的焦距, f_w 表示变焦透镜在广角端处的焦距, BF_w 表示在广角端处的后焦距, mR 表示在从广角端向望远端变焦期间后透镜单元的移动量,并且当后透镜单元在望远端处的位置比后透镜单元在广角端处的位置更靠近物体时,移动量的符号为正,并且当后透镜单元在望远端处的位置比后透镜单元在广角端处的位置更靠近像平面时,移动量的符号为负。
2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,
其中在从无限远向近距离聚焦期间,第三透镜单元向像侧移动,并且
其中满足以下不等式:
$$-4.00 \leq f_3/f_t \leq -0.65$$
其中 f_3 表示第三透镜单元的焦距,并且 f_t 表示变焦透镜在望远端处的焦距。
3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,
其中满足以下不等式:
$$3.0 \leq f_R/f_w \leq 12.0$$
其中 f_R 表示后透镜单元的焦距。
4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,
其中满足以下不等式:
$$5.0 \leq L_w/f_w \leq 12.0$$
其中 L_w 表示从变焦透镜中最靠近物体的透镜表面到广角端处的像平面的光轴上距离。
5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,
其中满足以下不等式:
$$5.0 \leq L_w/BF_w \leq 15.0$$
其中 L_w 表示从变焦透镜中最靠近物体的透镜表面到广角端处的像平面的光轴上距离。
6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,

其中满足以下不等式：

$$1.1 \leq f_2/f_w \leq 3.5$$

其中 f_2 表示第二透镜单元的焦距。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中满足以下不等式：

$$0.8 \leq D_2/f_w \leq 6.0$$

其中 D_2 表示从第二透镜单元中最靠近物体的透镜表面到第二透镜单元中最靠近像平面的透镜表面的光轴上距离。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中第一子透镜单元具有正折光力，并且第二子透镜单元具有正折光力。

9. 根据权利要求8所述的变焦透镜，

其中满足以下不等式：

$$0.8 \leq f_{2a}/f_{2b} \leq 5.0$$

其中 f_{2a} 表示第一子透镜单元的焦距，并且 f_{2b} 表示第二子透镜单元的焦距。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中满足以下不等式：

$$15 \leq v_{dgl} \leq 40$$

其中 v_{dgl} 表示最靠近物体的透镜的材料的相对于d线的阿贝数。

11. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中满足以下不等式：

$$1.8 \leq N_{dgl} \leq 2.1$$

其中 N_{dgl} 表示最靠近物体的透镜的材料在d线处的折光力。

12. 根据权利要求1所述的变焦透镜，

其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一透镜元件和第二透镜元件，以及其中第一透镜元件和第二透镜元件中的每一个由彼此不同的多种材料制成。

13. 根据权利要求12所述的变焦透镜，

其中满足以下不等式：

$$1.01 \leq N_{d11}/N_{d12} \leq 1.50$$

其中 N_{d11} 表示第一透镜元件在d线处的平均折射率，并且 N_{d12} 表示第二透镜元件在d线处的平均折射率。

14. 根据权利要求12所述的变焦透镜，

其中满足以下不等式：

$$0.3 \leq v_{d11}/v_{d12} \leq 0.9$$

其中 v_{d11} 表示第一透镜元件的相对于d线的平均阿贝数，并且 v_{d12} 表示第二透镜元件的相对于d线的平均阿贝数。

15. 根据权利要求12所述的变焦透镜，

其中第二透镜元件包括：包括球面的透镜和在像侧设置在所述球面上的包括非球面的层。

16. 根据权利要求15所述的变焦透镜，

其中包括球面的透镜由无机材料制成,并且包括非球面的层由有机材料制成。

17.根据权利要求1所述的变焦透镜,

其中满足以下不等式:

$$-30 \leq \text{distw} \leq -7$$

其中distw表示变焦透镜在广角端处的畸变量。

18.根据权利要求1至17中的任一项所述的变焦透镜,

其中在变焦期间,后透镜单元不移动。

19.一种图像拾取装置,包括:

根据权利要求1至18中的任一项所述的变焦透镜;以及
被配置为经由变焦透镜捕获物体的图像传感器。

变焦透镜和图像拾取装置

技术领域

[0001] 实施例的方面涉及在诸如数码相机或视频相机之类的图像拾取装置中使用的变焦透镜。

背景技术

[0002] 日本专利申请公开No. (“JP”) 2016-118658公开了一种变焦透镜,其包括负的第一透镜单元、正的第二透镜单元、负的第三透镜单元、负的第四透镜单元和正的第五透镜单元。JP 2019-066654公开了一种变焦透镜,其包括负的第一透镜单元、正的第二透镜单元、负的第三透镜单元和负的第四透镜单元。两种变焦透镜都是半视角 ω 大于 35° 的广角透镜,但尤其在广角透镜中,要很好地校正畸变和场曲。

[0003] JP 2016-118658和JP 2019-066654中公开的变焦透镜中的每一个在第一透镜单元和第二透镜单元中的每一个中使用具有大的厚度不均匀性和大的孔径直径的非球面透镜,以便很好地校正畸变和场曲。因此,制造每个变焦透镜的难度水平很高。

发明内容

[0004] 本公开提供了一种变焦透镜,其能够很好地校正畸变和场曲,同时具有广视角并且易于制造。

[0005] 根据实施例的一个方面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、具有负折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元,以及具有正折光力并且被部署为最靠近像平面的最后一个透镜单元。在从广角端向望远端变焦期间,第二透镜单元向物侧移动,并且相邻透镜单元之间的各个距离发生变化。满足预定条件

[0006] 包括上述变焦透镜的图像拾取装置也构成本公开的另一方面。

[0007] 本公开的其它特征将通过参考附图对示例性实施例的以下描述变得清楚。

附图说明

[0008] 图1是根据示例1的变焦透镜的截面图。

[0009] 图2是例示根据示例1的变焦透镜的纵向像差图。

[0010] 图3是根据示例2的变焦透镜的截面图。

[0011] 图4是例示根据示例2的变焦透镜的纵向像差图。

[0012] 图5是根据示例3的变焦透镜的截面图。

[0013] 图6是例示根据示例3的变焦透镜的纵向像差图。

[0014] 图7是根据示例4的变焦透镜的截面图。

[0015] 图8是例示根据示例4的变焦透镜的纵向像差图。

[0016] 图9是根据示例5的变焦透镜的截面图。

[0017] 图10是例示根据示例5的变焦透镜的纵向像差图。

[0018] 图11是例示设置有根据示例1-5的变焦透镜之一的图像拾取装置的示意图。

具体实施方式

[0019] 现在参考附图,将给出根据本公开的示例的描述。图1、图3、图5、图7和图9分别例示了根据示例1、示例2、示例3、示例4和示例5的变焦透镜在广角端处的截面。

[0020] 在每个截面图中,左侧是物侧并且右侧是像侧。在以下描述中,透镜单元的定义是一个或多个透镜的组,并且相邻透镜单元的透镜表面之间的距离在变焦或聚焦期间发生变化。在每个附图中,每个透镜单元从物侧开始依次用附图标记 B_i ($i=1,2,3,\dots$) 例示。广角端和望远端是当每个透镜单元在变焦期间机械地位于光轴方向上的可移动范围的两端时的变焦状态或变焦位置。在每个截面图中,箭头指示从广角端向望远端变焦期间移动的透镜单元的相应移动轨迹,并且指示从无限远物体向近距离物体聚焦期间移动的透镜单元的相应移动方向。

[0021] 每个示例中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B1、具有正折光力的第二透镜单元B2、具有负折光力的第三透镜单元B3、具有负折光力的第四透镜单元B4,和具有正折光力的最后一个透镜单元(后透镜单元)BR或第五透镜单元。最后一个透镜单元BR部署为最靠近像平面。在变焦透镜中,在变焦期间,相邻透镜单元之间的各个距离都发生变化,并且在从广角端向望远端变焦期间,第一透镜单元B1向像侧移动,或者在向像侧移动之后向物侧移动,并且第二透镜单元B2向物侧移动。

[0022] 图1中所示的示例1中的变焦透镜具有在广角端处的半视角为 52.7° 的广视角,并且是具有2.8的F数的明亮变焦透镜。

[0023] 在示例1中,在从广角端向望远端变焦期间,变焦主要通过将第一透镜单元B1向像侧移动、将第二透镜单元B2向物侧移动,以及从而使第一透镜单元B1和第二透镜单元B2之间的距离发生很大变化来执行。在变焦期间,第三透镜单元B3和第四透镜单元B4也移动,但第五透镜单元BR不移动。

[0024] 第二透镜单元B2从物侧到像侧依次包括具有正折光力的B2a子透镜单元或第一子透镜单元、光圈ST0和具有正折光力的B2b子透镜单元或第二子透镜单元。在示例1中,它们被配置为整体移动。B2a子透镜单元和B2b子透镜单元各自包括至少一个正透镜和至少一个负透镜,并且这些透镜关于光圈ST0彼此对称地部署。因此,像差变化在变焦期间减少。

[0025] 第三透镜单元B3在从广角端向望远端变焦期间向物侧移动并且校正像平面变化。第三透镜单元B3也移动以进行聚焦。

[0026] 第四透镜单元B4包括一个具有负折光力的非球面透镜。这使得具有短后焦距的变焦透镜容易校正场曲。但是,由于第四透镜单元B4具有非球面透镜,因此光学性能可能因非球面透镜的偏心而降低。因此,第四透镜单元B4与第二透镜单元B2一体构造,从而提高了第二透镜单元B2和第四透镜单元B4的相对位置准确度,从而防止光学性能因偏心而降低。

[0027] 第五透镜单元BR包括一个具有弱正折光力的透镜。在变焦期间相对于像平面img不移动的第五透镜单元BR有助于减小进入像平面的光的入射角并减小具有短后焦距的变焦透镜中的透镜总长度。

[0028] 第一透镜单元B1从物侧到像侧依次包括负弯月透镜L11、负透镜元件L12、负透镜L13和正透镜L14。通过考虑视角和产生的畸变量之间的关系适当地设置第一透镜单元B1的

折光力,可以获得良好的场曲特性。这里的“透镜元件”是包括彼此不同的多种材料的光学元件。例如,透镜元件可以是由诸如玻璃之类的无机材料(第一材料)制成的透镜和设在透镜表面上的由诸如树脂之类的有机材料(第二材料)制成的层。

[0029] 负透镜元件L12是具有树脂层的非球面透镜,该树脂层具有非球面并且形成在球面透镜的像侧。本实施例通过将图像处理的校正和作为负透镜元件L12的非球面透镜的畸变减少效果相结合,很好地校正了随着变焦透镜具有更广的角度而增大的畸变。图像传感器像素数的增加和高速图像处理使得可以实时对捕获的图像执行图像处理。因此,本示例中变焦透镜的光学设计也是在通过图像处理校正各种像差的前提下进行的。

[0030] 稍后描述的示例2至示例5中的变焦透镜的配置与示例1中的变焦透镜的配置基本相同。但是,在示例4中的变焦透镜中,在从广角端向望远端变焦期间,第一透镜单元B1向像侧移动,此后向物侧移动。此外,在示例5中的变焦透镜中,在从广角端向望远端变焦期间,第五透镜单元B5向物侧移动。

[0031] 图3所示的示例2中的变焦透镜具有在广角端处的半视角为 54.5° 的广视角,并且是具有2.8到4.0的F数的明亮变焦透镜。在示例2中的变焦透镜中,使望远端处的F数大于示例1中的变焦透镜的望远端处的F数,使得减小了第二透镜单元B2的透镜直径,从而缩短了透镜总长度。

[0032] 图5所示的示例3中的变焦透镜具有在广角端处的半视角为 54.5° 的广视角,并且是具有2.8到4.0的F数的明亮变焦透镜。示例3中的变焦透镜在第二透镜单元B2中的光圈ST0的像侧包括图像稳定透镜单元,该图像稳定透镜单元被配置为通过在与光轴正交的方向上偏移来校正由相机抖动等引起的图像模糊。

[0033] 图7所示的示例4中的变焦透镜具有在广角端处的半视角为 54.5° 的广视角,并且是具有3.5到5.6的F数的明亮变焦透镜。示例4中的变焦透镜的透镜总长度比其它示例中的相应变焦透镜的透镜总长度短。

[0034] 图9所示的示例5中的变焦透镜具有在广角端处的半视角为 54.5° 的广视角,并且是具有2.8到4.0的F数的明亮变焦透镜。在示例5中的变焦透镜中,包括光圈ST0的B2a子透镜单元和B2b子透镜单元被分开并使得彼此独立地移动,以便在变焦期间绘制不同的轨迹。如上所述,在从广角端向望远端变焦期间,第五透镜单元BR相对于像平面img向物侧移动。

[0035] 利用上述配置中的每一个,可以实现能够很好地校正各种像差同时具有低水品的制造难度的小尺寸和广角变焦透镜。

[0036] 每个示例中的变焦透镜可以满足以下不等式。

[0037] $-3.7 \leq f_{g1}/f_w \leq -1.5$ (1)

[0038] $-0.10 \leq mR/BF_w \leq 0.30$ (2)

[0039] 在不等式(1)和(2)中, f_{g1} 表示离物体最近的透镜(即,变焦透镜中的第一透镜,或第一透镜单元B1)的焦距, f_w 表示变焦透镜在广角端处的焦距,并且 mR 表示最后一个透镜单元BR在从广角端向望远端变焦期间的移动量。当最后一个透镜单元BR在望远端处的位置比该最后一个透镜单元在广角端处的位置更靠近物体时,移动量的符号为正,并且当最后一个透镜单元BR在望远端处的位置比该最后一个透镜单元在广角端处的位置更靠近像平面时,移动量的符号为负。 BF_w 表示变焦透镜在广角端处的后焦距。

[0040] 不等式(1)指定了第一透镜的折光力的适当范围,并且当满足该不等式时,可以在

减小变焦透镜的尺寸的同时获得良好的场曲特性。如果 f_{g1}/f_w 大于不等式(1)的上限,那么第一透镜的折光力太强而不能很好地校正场曲。如果 f_{g1}/f_w 小于不等式(1)的下限,那么第一透镜的折光力非常弱,以至于在这个实施例中,当透镜具有广视角时,第一透镜的透镜直径变得太大。在这种情况下,可附接到变焦透镜的前端的透镜过滤器的直径增加,或者透镜过滤器不能被附接。

[0041] 不等式(2)指定了最后一个透镜单元BR在变焦期间的移动量与后焦距之间的比率的适当范围。当满足不等式(2)时,可以缩短透镜总长度并维持进入像平面的光的适当入射角。如果 mR/BF_w 大于不等式(2)的上限,那么最后一个透镜单元BR的移动量如此大,以至于透镜总长度可能相对于变焦比长。当 mR/BF_w 小于不等式(2)的下限时,有利于缩短透镜总长度,但进入像平面的光的入射角可能增大,即,像平面入射角特性恶化。此外,最后一个透镜单元BR的透镜直径变得太大。

[0042] 在满足不等式(1)和(2)的同时,每个示例中的变焦透镜可以满足以下不等式(3)至(14)中的至少一个。

[0043] 在从无限远物体向近距离物体聚焦期间,作为聚焦单元的第三透镜单元B3可以向像侧移动,并且第三透镜单元B3的焦距 f_3 和变焦透镜在望远端处的焦距 f_t 可以满足以下不等式(3)。

$$[0044] \quad -4.00 \leq f_3/f_t \leq -0.65 \quad (3)$$

[0045] 不等式(3)指定了聚焦单元的折光力的适当范围,并且当满足不等式(3)时,可以从无限远端到近距离端获得良好的成像特性。如果 f_3/f_t 大于不等式(3)的上限,那么聚焦单元的折光力如此强,以至于当物距变化时场曲增加。如果 f_3/f_t 小于不等式(3)的下限,那么聚焦单元在聚焦期间的移动量如此大,以至于透镜总长度增加。

[0046] 最后一个透镜单元BR的焦距 f_R 和变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 可以满足以下不等式(4)。

$$[0047] \quad 3.0 \leq f_R/f_w \leq 12.0 \quad (4)$$

[0048] 不等式(4)指定了最后一个透镜单元BR的焦距的适当范围,当满足不等式(4)时,可以缩短透镜总长度并获得良好的像平面入射角特性。如果 f_R/f_w 大于不等式(4)的上限,那么最后一个透镜单元BR的正折光力如此弱,以至于不能缩短透镜总长度。如果 f_R/f_w 小于不等式(4)的下限,那么最后一个透镜单元BR的折光力如此强,以至于在最后一个透镜单元BR的物侧的透镜单元的负折光力被增强,从而使场曲恶化。

[0049] 透镜总长度,即,从最靠近物体的透镜表面(即,第一表面)到广角端处的像平面img的距离 L_w 和变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 可以满足以下不等式(5)。

$$[0050] \quad 5.0 \leq L_w/f_w \leq 12.0 \quad (5)$$

[0051] 不等式(5)指定了透镜总长度的适当范围,并且当满足不等式(5)时,可以同时实现短透镜总长度和高成像性能。如果 L_w/f_w 大于不等式(5)的上限,那么几乎所有透镜(或透镜单元)的折光力减弱并且成像性能提高,但不利于缩短透镜总长度。如果 L_w/f_w 小于不等式(5)的下限,那么每个透镜的折光力对于广角端处的焦距如此强,以至于不能令人满意地校正球面像差和场曲。

[0052] 广角端处的透镜总长度 L_w 和变焦透镜在广角端处的后焦距(空气转换值) BF_w 可以满足以下不等式(6)。

[0053] $5.0 \leq Lw/BF \leq 15.0$ (6)

[0054] 不等式 (6) 指定了后焦距相对于透镜总长度的适当范围,并且当满足不等式 (6) 时,可以在每个示例中同时实现小尺寸和折光力布置中的高性能。如果 Lw/BF 大于不等式 (6) 的上限,那么透镜总长度可能增加。如果 Lw/BF 小于不等式 (6) 的下限,那么难以布置具有适当折光力布置的透镜,并且难以提高性能。

[0055] 第二透镜单元B2的焦距 f_2 和变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 可以满足以下不等式 (7)。

[0056] $1.1 \leq f_2/f_w \leq 3.5$ (7)

[0057] 不等式 (7) 指定了第二透镜单元B2的焦距的范围,并且当满足不等式 (7) 时,可以同时实现成像性能和高变焦比,同时变焦透镜具有大孔径直径。如果 f_2/f_w 大于不等式 (7) 的上限,那么第二透镜单元B2的折光力如此弱,以至于第二透镜单元B2的移动量增加以确保所需的变焦比,这会导致透镜总长度增加。如果 f_2/f_w 小于不等式 (7) 的下限,那么容易相对于变焦比缩短透镜总长度,但球面像差和轴向色差可能增加,并且难以增加孔径直径。

[0058] 第二透镜单元B2在光轴上的厚度,即,从第二透镜单元B2中最靠近物体的透镜表面到第二透镜单元B2中最靠近图像的透镜表面的光轴上距离 D_2 和变焦透镜在广角端处的焦距 f_w 可以满足以下不等式 (8)。

[0059] $0.8 \leq D_2/f_w \leq 6.0$ (8)

[0060] 不等式 (8) 指定了第二透镜单元B2在光轴上的厚度的适当范围,并且当满足不等式 (8) 时,可以很好地校正球面像差和色球像差 (color spherical aberration),同时变焦透镜具有大的孔径直径。如果 D_2/f_w 大于不等式 (8) 的上限,那么成像性能提高,但透镜总长度可能增加。如果 D_2/f_w 小于不等式 (8) 的下限,那么不能充分校正球面像差及其变焦变化。

[0061] 此外,第二透镜单元B2可以从物侧到像侧依次由具有正折光力的2a子透镜单元、光圈ST0和具有正折光力的2b子透镜单元组成。第二透镜单元B2为主变焦单元,并且因此当具有正折光力的子透镜单元相对于光圈ST0彼此对称布置时,可以消除由变焦引起的像差变化,并且减少整个变焦区域上的像差变化。

[0062] 2a子透镜单元的焦距 f_{2a} 和2b子透镜单元的焦距 f_{2b} 可以满足以下不等式 (9)。

[0063] $0.8 \leq f_{2a}/f_{2b} \leq 5.0$ (9)

[0064] 不等式 (9) 指定了第二透镜单元B2中光圈前后的折光力布置的适当范围,并且当满足不等式 (9) 时,可以减少整个变焦区域的球面像差和场曲的变化,并且获得高成像性能,同时变焦透镜具有大孔径直径。如果 f_{2a}/f_{2b} 大于不等式 (9) 的上限,那么光圈ST0的像侧的折光力强,并且容易增大孔径直径,但透镜总长度可能增加。如果 f_{2a}/f_{2b} 小于不等式 (9) 的下限,那么光圈ST0的物侧的折光力强,并且难以减小变焦期间的场曲变化和增大孔径直径。

[0065] 在变焦透镜中最靠近物体的负透镜 (即,第一透镜) 的材料的阿贝 (Abbe) 数 vdg_1 可以满足以下不等式 (10)。

[0066] $15 \leq vdg_1 \leq 40$ (10)

[0067] 不等式 (10) 指定了第一负透镜的阿贝数的适当范围,并且当满足不等式 (10) 时,可以在校正畸变校正时很好地校正横向色差。如果 vdg_1 大于不等式 (10) 的上限,那么校正二阶横向色差的效果降低。如果 vdg_1 小于不等式 (10) 的下限,那么不能充分校正一阶横向

色差。

[0068] 第一透镜的材料在d线(587.56nm)处的折光力Nd_{g1}可以满足以下不等式(11)。

$$[0069] \quad 1.8 \leq Nd_{g1} \leq 2.1 \quad (11)$$

[0070] 不等式(11)指定了第一透镜的折光力的范围,并且当满足不等式(11)时,可以在变焦透镜具有更广的角度的同时很好地校正场曲。如果Nd_{g1}大于不等式(11)的上限,那么有利于校正场曲,但难以获得具有稳定特性的玻璃。如果Nd_{g1}小于不等式(11)的下限,那么第一透镜的曲率如此大,以至于场曲增加。

[0071] 第一透镜单元B1可以从物侧到像侧依次包括作为负弯月透镜的第一透镜元件L11和作为负透镜元件的第二透镜元件L12,并且第一透镜元件在d线处的平均折射率Nd11和第二透镜元件在d线处的平均折射率Nd12可以满足以下不等式(12)。

$$[0072] \quad 1.01 \leq Nd11/Nd12 \leq 1.50 \quad (12)$$

[0073] 不等式(12)指定了第一透镜元件和第二透镜元件的折光力之间的比率的范围,并且当满足不等式(12)时,可以获得较小的尺寸和具有高像平面特性的广角变焦透镜。如果Nd11/Nd12大于不等式(12)的上限,那么第一透镜元件的折光力增加以获得广角,从而使得难以校正场曲。如果Nd11/Nd12小于不等式(12)的下限,那么每个透镜元件的透镜直径可能较大。

[0074] 第一透镜元件L11的相对于d线的平均阿贝数vd11和第二透镜元件L12的相对于d线的平均阿贝数vd12可以满足以下不等式(13)。

$$[0075] \quad 0.3 \leq vd11/vd12 \leq 0.9 \quad (13)$$

[0076] 不等式(13)指定了第一透镜元件L11和第二透镜元件L12的阿贝数之间的比率的范围,并且当满足不等式(13)时,可以相对于产生的畸变的量,很好地校正场曲以及横向色差。如果vd11/vd12大于不等式(13)的上限,那么需要减弱第一透镜元件的折光力,这使得难以很好地校正场曲,或使透镜直径较大。如果vd11/vd12小于不等式(13)的下限,那么第一透镜元件的折光力增加以获得必要的视角,从而使得难以很好地校正场曲。

[0077] 变焦透镜在广角端处的畸变量distw可以满足以下不等式(14)。

$$[0078] \quad -7 \leq distw \leq -30 \quad (14)$$

[0079] 不等式(14)指定了在广角端处产生的畸变的量的范围,并且当满足不等式(14)时,可以获得通过使用变焦透镜捕获的良好图像,同时变焦透镜具有小尺寸。如果distw大于不等式(14)的上限,那么在通过图像处理进行畸变校正时,拉伸倍率(stretchingmagnification)如此大,以至于在图像校正之后的分辨率大幅恶化,并且不能获得良好的捕获图像。如果distw小于不等式(14)的下限,那么为了校正畸变,使用制造难度水平高的非球面透镜或者在非球面透镜的物侧增加负透镜,并且透镜直径增加。

[0080] 上述不等式(1)至不等式(14)的数值范围可以被如下设定。

$$[0081] \quad -3.4 \leq fg1/fw \leq -1.7 \quad (1a)$$

$$[0082] \quad -3.0 \leq fg1/fw \leq -2.0 \quad (1b)$$

$$[0083] \quad -0.05 \leq mR/BFw \leq 0.25 \quad (2a)$$

$$[0084] \quad 0.00 < mR/BFw \leq 0.23 \quad (2b)$$

$$[0085] \quad -3.0 \leq f3/ft \leq -0.68 \quad (3a)$$

$$[0086] \quad -2.0 \leq f3/ft \leq -0.70 \quad (3b)$$

- [0087] $4.0 \leq fR/fw \leq 10.0$ (4a)
- [0088] $5.0 \leq fR/fw \leq 9.0$ (4b)
- [0089] $5.2 \leq Lw/fw \leq 11.0$ (5a)
- [0090] $5.5 \leq Lw/fw \leq 10.0$ (5b)
- [0091] $5.5 \leq Lw/BFw \leq 13.0$ (6a)
- [0092] $5.6 \leq Lw/BFw \leq 11.0$ (6b)
- [0093] $1.2 \leq f2/fw \leq 3.0$ (7a)
- [0094] $1.3 \leq f2/fw \leq 2.5$ (7b)
- [0095] $1.0 \leq D2/fw \leq 5.0$ (8a)
- [0096] $1.2 \leq D2/fw \leq 4.5$ (8b)
- [0097] $1.0 \leq f2a/f2b \leq 4.0$ (9a)
- [0098] $1.1 \leq f2a/f2b \leq 3.0$ (9b)
- [0099] $18 \leq vdg1 \leq 37$ (10a)
- [0100] $20 \leq vdg1 \leq 35$ (10b)
- [0101] $1.85 \leq Ndgl \leq 2.00$ (11a)
- [0102] $1.87 \leq Ndgl \leq 1.98$ (11b)
- [0103] $1.05 \leq Nd11/Nd12 \leq 1.30$ (12a)
- [0104] $1.10 \leq Nd11/Nd12 \leq 1.25$ (12b)
- [0105] $0.4 \leq vd11/vd12 \leq 0.8$ (13a)
- [0106] $0.45 \leq vd11/vd12 \leq 0.7$ (13b)
- [0107] $-8.5 \leq distw \leq -25$ (14a)
- [0108] $-10 \leq distw \leq -20$ (14b)

[0109] 在每个示例中,已经给出了包括五个单元的变焦透镜的描述,但是如果能够获得与每个示例中相同的效果,那么可以在第四透镜单元和最后一个透镜单元之间部署一个或多个透镜单元。此外,具有弱折光力的透镜单元可以部署在每个示例中变焦透镜的物侧或像侧。

[0110] 下面给出各个示例的具体值的示例作为数值示例。 f 表示焦距(mm), F 表示F数, $\text{img}\phi$ 表示像圈直径(mm),并且 ω 表示半视角($^\circ$)。表面编号指示从物侧向像侧计数的透镜表面或光圈表面的次序,并且光圈表面通过在表面编号的左侧加上“s”来指示。IMG表示像平面。

[0111] B 表示如上所述从物侧到像侧计数的透镜单元的次序。IS附接到图像稳定透镜单元,该图像稳定透镜单元在与光轴正交的方向上移动,以便校正由相机抖动引起的图像模糊。 R 表示第 i 个透镜表面的曲率半径(mm), d 表示第 i 个表面和第 $i+1$ 个表面之间的光轴上的距离(mm),并且括号中的距离表示透镜单元之间的距离。 nd 和 vd 分别表示第 i 个表面和第 $i+1$ 个表面之间的玻璃材料在 d 线处的折射率和相对于 d 线的阿贝数。

[0112] 阿贝数 vd 由以下表达式表达,其中 Nd 、 NF 和 NC 分别表示夫琅和费(Fraunhofer)线的 d 线(587.6nm)、 F 线(486.1nm)和 C 线(656.3nm)处的折射率。

[0113] $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$

[0114] 附接在透镜表面的表面编号右侧的“*”指示该透镜表面具有遵循以下函数的非球

面形状,并且数值示例描述了函数中的系数。非球面系数的“e-x”表示 10^{-x} 。非球面形状由以下函数表达,其中x表示相对于透镜表面的表面顶点的光轴方向上的坐标,y表示相对于透镜表面的表面顶点的径向方向上的坐标,光进入方向为正,r表示近轴曲率半径,K表示圆锥常数,并且A至G表示非球面系数。“e-x”表示 $\times 10^{-x}$ 。

$$[0115] \quad x = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K) (y^2/r^2)\}^{1/2}] + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + Ey^{12} + Fy^{14} + Gy^{16}$$

[0116] 各种数据的每个表中的焦距(mm)和F数(FN0)是当无限远物体对焦(in focus)时的值。实际像高(mm)表示包括图像畸变的像高。在每个示例中,假设通过对捕获图像的图像处理来校正由畸变像差引起的图像畸变。作为透镜总长度的总长度(mm)表示从第一表面到像平面的光轴上距离,第一表面是最靠近物体的透镜表面。后焦距BF(mm)表示从最靠近图像的透镜表面(或最后一个透镜表面)到像平面的距离,并且是通过排除诸如平板之类的不具有折光力的元件(如果在最后一个透镜表面和像平面之间存在这样的元件)而计算出的空气转换长度。通过将后焦距加到从第一表面到最后一个透镜表面的光轴上距离,获得总长度。

[0117] 图2、图4、图6、图8和图10分别例示了示例1至示例5中变焦透镜的广角端(W)和望远端(T)处的像差图。在各个球面像差图中,实线表示d线处的球面像差,虚线表示F线处的球面像差,粗虚线(a rough broken line)表示C线处的球面像差,并且双点链线表示g线(435.83nm)处的球面像差。水平轴上的刻度表示散焦量,并且为-0.4至+0.4[mm]。在每个像散图中,实线表示弧矢像平面中的像散,并且虚线表示子午像平面中的场曲。水平轴与球面像差图中的水平轴相同。在每个畸变图中,水平轴上的刻度是-15到+15[%]。例示了d线处的畸变。

[0118] 表1总结了与数值示例1至数值示例5中的上述不等式(1)至(14)对应的值。表1还总结了每个透镜单元的移动量。在指示移动量的表中,示例5中的“第二透镜单元”的移动量是B2a子透镜单元的移动量,“第三透镜单元”的移动量是B2b子透镜单元的移动量,“第四透镜单元”的移动量是第三透镜单元B3的移动量,“第五透镜单元”的移动量是第四透镜单元B4的移动量,并且“第六透镜单元”的移动量是第五透镜单元BR的移动量。

[0119] [数值示例1]

[0120] 单位:mm

[0121] 表面数据

$$[0122] \quad |f| = 16.45 - 27.50F / 2.88 - 2.88 \text{ img}\phi = 43.2 \text{ } \omega (^{\circ}) = 52.7 - 46.4$$

	B 表面	有效	曲率	距离	玻璃	nd	vd	
	编号	直径	R	d				
	OBJ			(INF)				
[0123]	1	1	48.88	72.0573	2.3000	TAFD25	1.90366	31.31
		2	37.35	22.7677	4.1000			
		3	37.03	30.9924	2.0000	SLAL59	1.73400	51.47
		4	33.85	23.0000	0.0500	-	1.51690	52.05
		5*	33.73	18.6002	16.0000			
		6	31.46	-37.6431	1.5000	SFPL51	1.49700	81.54
		7	32.14	50.5954	0.6700			
		8	32.42	53.7196	6.2000	SLAH60	1.83400	37.16
		9	32.36	-78.0582	(29.510)			
	2	10	21.11	45.6685	4.5000	SLAH55VS	1.83481	42.74
		11	20.88	-77.9643	0.3000			
		12	19.84	25.5851	6.5000	SFPL51	1.49700	81.54
		13	18.22	-34.6848	1.0000	SLAH89	1.85150	40.78
		14	17.25	29.7162	3.1000			
		s15	13.50	1e+018	8.8000			
		16	17.60	1e+018	2.5000			
		17	18.69	64.0517	0.9000	SLAH89	1.85150	40.78
		18	19.26	18.3765	5.7000	SFPL51	1.49700	81.54
		19	20.59	-54.3564	0.3000			

	20	24.12	30.6883	6.8000	SFPM2	1.59522	67.73
	21	24.46	-33.7579	(1.0000)			
	3	22	23.69	-170.2806	1.2000	STIM25	1.67270 32.10
		23	23.53	38.9642	(7.6821)		
[0124]	4	24*	24.90	-1000.0000	1.4000	E48R	1.53113 55.75
		25*	26.20	60.0000	(1.4916)		
	5	26	36.96	129.9004	5.0000	SBSM18	1.63854 55.38
		27	37.71	-120.3104			

IMG

[0125] 非球面数据 (A4,B6,C8,D10,E12,F16)

[0126] 表面5

[0127] $r=1.86002e+001$ $K=-6.34869e-001$ $A=-6.48612e-006$ $B=-6.59728e-009$ $C=-2.39986e-011$ $D=6.99611e-014$ $E=-1.79260e-016$ $F=4.77894e-022$

[0128] 表面24

[0129] $r=-1.00000e+003$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.47459e-004$ $B=9.59827e-007$ $C=-2.80979e-009$ $D=2.71484e-012$ $E=6.18596e-015$ $F=0.00000e+000$

[0130] 表面25

[0131] $r=6.00000e+001$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.22418e-004$ $B=9.83492e-007$ $C=-3.30364e-009$ $D=5.32196e-012$ $E=0.00000e+000$ $F=0.00000e+000$

[0132] 各种数据

		广角	中间	望远
	焦距:	16.45	21.00	27.50
[0133]	FNO:	2.88	2.88	2.88
	半视角:	52.71	46.44	38.49
	像高:	19.00	21.00	21.64
	总长度:	134.57	124.99	119.35
[0134]	BF:	14.07	14.07	14.07

[0135] 单元距离数据

	广角	中间	望远	广角	中间	望远		
				关闭	关闭	关闭		
	d0	1e+020	1e+020	1e+020	145.4333	155.0143	160.9400	
[0136]	d9	29.5098	14.5445	1.5000				
	d21	1.0000	1.7743	2.8064	2.0147	3.0519	4.5042	
	d23	7.6821	6.9078	5.8778	6.7874	5.8200	4.4272	
	d25	1.4916	6.8600	14.2955				
[0137]	单元数据							
	单元	起始表面	焦距					
	B1	1	-31.8771					
	B2	10	31.7971					
[0138]	B3	22	-47.0280					
	B4	24	-106.5237					
	B5	26	98.5863					
[0139]	[数值示例2]							
[0140]	单位:mm							
[0141]	表面数据							
[0142]	f =15.40-27.50F/2.88-4.04φ=43.2ω(°)=54.5-46.4							
	B 表面	有效	曲率	距离	玻璃	nd	vd	
	编号	直径	R	d				
[0143]	OBJ			(INF)				
	1	1	42.60	51.9513	2.0000	SLAH95	1.90366	31.34
		2	32.71	19.9351	3.8000			

	3	32.26	27.4775	1.6000	SLAL59	1.73400	51.47
	4	28.36	17.7177	0.0500	-	1.51690	52.05
	5*	28.21	14.0645	15.7500			
	6	24.96	-33.3529	1.2500	SFPL51	1.49700	81.54
	7	24.84	45.8701	4.0000	SLAH93	1.90525	35.04
	8	24.67	-92.5540	(20.7890)			
2	9	16.21	1e+018	0.5000			
	10	16.31	40.4620	3.0000	SLAH92	1.89190	37.13
	11	16.13	-75.8476	0.3000			
	12	15.28	17.7026	4.0000	SFPL51	1.49700	81.54
	13	14.39	-43.0344	1.0000	SLAH89	1.85150	40.78
	14	13.42	21.0175	2.3000			
[0144]	s15	13.31	1e+018	6.7500			
	16	13.16	1e+018	1.0000			
	17	14.14	43.5120	0.9000	SLAH89	1.85150	40.78
	18	14.72	13.9534	4.6000	SFPL51	1.49700	81.54
	19	16.19	-69.3687	1.8694			
	20	20.62	28.7399	7.0000	SFPL51	1.49700	81.54
	21	21.35	-21.5079	(1.0000)			
3	22	21.06	-90.5020	1.0000	STIM22	1.64769	33.79
	23	21.20	45.9721	(5.5791)			
4	24*	22.31	-1000.0000	1.4000	E48R	1.53113	55.75
	25*	23.54	61.3808	(3.3130)			
5	26	37.24	168.5557	5.6000	SBSL7	1.51633	64.14
	27	38.03	-71.6797				

IMG

[0145] 非球面数据 (A4,B6,C8,D10,E12,F16)

[0146] 表面5

[0147] $r=1.40645e+001$ $K=-7.15928e-001$ $A=-6.98900e-006$ $B=-1.80701e-008$ $C=4.31189e-011$ $D=-7.79229e-013$ $E=3.11218e-015$ $F=-6.08887e-018$

[0148] 表面24

[0149] $r = -1.00000e+003$ $K = 0.00000e+000$ $A = -1.97496e-004$ $B = 1.33923e-006$ $C = -3.21312e-009$ $D = 1.49212e-012$ $E = 9.18149e-015$ $F = 0.00000e+000$

[0150] 表面25

[0151] $r = 6.13808e+001$ $K = 0.00000e+000$ $A = -1.60528e-004$ $B = 1.42133e-006$ $C = -4.73468e-009$ $D = 7.84324e-012$ $E = 0.00000e+000$ $F = 0.00000e+000$

[0152] 各种数据

	广角	中间	望远
焦距:	15.40	21.00	27.50
FNO:	2.88	3.50	4.04
[0153] 半视角:	54.50	46.36	38.66
像高:	19.00	21.00	21.64
总长度:	114.50	109.76	110.87
BF:	14.15	14.15	14.15

[0154] 单元距离数据

	广角	中间	望远	广角	中间	望远
				关闭	关闭	关闭
d0	1e+020	1e+020	1e+020	164.0029	168.7486	167.7180
[0155] d8	20.7890	8.3731	0.5000			
d21	1.0000	1.8287	2.4376	1.7497	2.8549	3.7827
d23	5.5791	4.7500	4.1420	4.9794	3.9734	3.1461
d25	3.3130	10.9854	19.9752			

[0156] 单元数据

单元	起始表面	焦距
B1	1	-24.0596
B2	9	27.1934
[0157] B3	22	-46.9339
B4	24	-108.8331
B5	26	98.1830

[0158] [数值示例3]

[0159] 单位:mm

[0160] 表面数据

[0161] $|f| = 15.40 - 27.50F / 2.88 - 4.04$ $\text{img}\phi = 43.2$ $\omega(^{\circ}) = 54.5 - 46.4$

	B 表面	有效的	曲率	距离	玻璃	nd	vd
	编号	直径	R	d			
	OBJ			(INF)			
[0162]	1	1	42.73	53.7144	2.0000	SLAH95	1.90366 31.34
		2	32.77	19.9839	3.6500		
		3	32.34	26.9212	1.6000	SLAL59	1.73400 51.47
		4	28.58	17.8618	0.0500	-	1.51690 52.05
		5*	28.44	14.0495	15.5500		
		6	25.57	-31.8978	1.2500	SFPL51	1.49700 81.54
		7	25.62	48.6456	4.6500	SLAH93	1.90525 35.04
		8	25.44	-81.4017	(20.8779)		
	2	9	17.01	1e+018	0.5000		
		10	16.79	38.5709	3.0000	SLAH92	1.89190 37.13
		11	16.50	-80.7396	0.3000		
		12	15.29	17.2515	4.0000	SFPL51	1.49700 81.54
		13	14.33	-41.5236	1.0000	SLAH89	1.85150 40.78
		14	13.30	19.7893	2.3500		

	s15	13.20	1e+018	5.8500			
	IS 16	13.64	343.2018	1.8000	SLAL14	1.69680	55.53
	IS 17	14.03	-137.6589	1.3000			
	18	14.35	61.6151	1.0000	SLAH89	1.85150	40.78
	19	14.99	14.3967	4.1000	SFPL51	1.49700	81.54
	20	16.39	-481.2238	0.3000			
	21	19.08	25.2710	6.5000	SFPL51	1.49700	81.54
[0163]	22	19.90	-21.9064	(1.5000)			
	3	23	20.11	-72.1621	1.2000	STIM27	1.63980
		24	20.52	52.9174	(6.0423)		
	4	25*	22.22	-1000.0000	1.5000	E48R	1.53113
		26*	23.57	97.5488	(2.8254)		
	5	27	37.61	99.8831	5.6000	SBSL7	1.51633
		28	38.28	-102.1357			

IMG

[0164] 非球面数据 (A4,B6,C8,D10,E12,F16)

[0165] 表面5

[0166] $r=1.40495e+001$ $K=-6.90022e-001$ $A=-8.65412e-006$ $B=-3.10402e-008$ $C=1.43329e-011$ $D=1.59117e-013$ $E=-2.23934e-015$ $F=3.71371e-018$

[0167] 表面25

[0168] $r=-1.00000e+003$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.68718e-004$ $B=8.57269e-007$ $C=-1.07815e-009$ $D=3.98433e-012$ $E=-2.18389e-014$ $F=0.00000e+000$

[0169] 表面26

[0170] $r=9.75488e+001$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.32827e-004$ $B=9.08042e-007$ $C=-1.58849e-009$ $D=9.69538e-013$ $E=0.00000e+000$ $F=0.00000e+000$

[0171] 各种数据

	广角	中间	望远
焦距:	15.40	21.00	27.50
FNO:	2.88	3.50	4.04
半视角:	54.51	46.40	38.65
像高:	19.00	21.00	21.64
总长度:	114.50	109.55	110.39
BF:	14.20	14.20	14.20

[0172] 单元距离数据

	广角	中间	望远	广角	中间	望远
				关闭	关闭	关闭
d0	1e+020	1e+020	1e+020	164.0037	168.9583	168.2033
d8	20.8779	8.3308	0.3000			
d22	1.5000	2.3410	3.0183	2.3677	3.5301	4.5417
d24	6.0423	5.1971	4.5282	5.2695	4.2084	3.4226
d26	2.8254	10.4359	19.2763			

[0173] 单元数据

单元	起始表面	焦距
B1	1	-24.6360
B2	9	27.1234
B3	23	-47.5398
B4	25	-167.2600
B5	27	98.7349

[0174] [数值示例4]

[0175] 单位:mm

[0176] 表面数据

[0177] $|f| = 15.40 - 27.50$ F/4.00-5.60 $\text{img} = 43.2$ $\omega (^{\circ}) = 54.5 - 46.6$

	B 表面		有效的	曲率	距离	玻璃	nd	vd
	编号		直径	R	d			
	OBJ				(INF)			
1	1	38.06	41.4839	1.8000	SLAH95	1.90366	31.34	
	2	29.50	17.9768	4.2500				
	3	28.98	28.5809	1.6000	SLAL59	1.73400	51.47	
	4	24.94	15.9770	0.0500	E48R	1.53113	55.75	
	5*	24.80	12.9309	12.3000				
	6	22.62	-30.2182	1.1000	SFPL51	1.49700	81.54	
	7	22.31	41.3927	3.8000	SLAH93	1.90525	35.04	
	8	22.06	-80.5087	(17.4679)				
2	9	11.24	1e+018	0.5000				
	10	11.29	35.2013	2.3000	TAFD35	1.91082	35.25	
	11	11.16	-72.9822	0.3000				
	12	10.76	16.2441	2.8000	SFSL5	1.48749	70.24	
	13	10.13	-42.0522	1.0000	SLAH60	1.83400	37.16	
	14	9.66	21.5306	1.7400				
	s15	9.44	1e+018	3.5000				
	IS 16	10.04	511.1480	1.7000	SBSL7	1.51633	64.14	
	IS 17	10.39	-81.5995	1.3000				
	18	10.56	34.3408	0.7000	SLAH60	1.83400	37.16	
	19	10.98	10.9733	3.2000	SFSL5	1.48749	70.24	
	20	12.26	75.0874	4.8000				
	21	19.29	35.4077	6.8000	SFPL51	1.49700	81.54	
	22	20.29	-17.0661	(1.5000)				
	3	23	20.34	-26.2540	1.0000	STIM22	1.64769	33.79
		24	21.30	-424.3896	(5.1629)			
4	25*	22.95	-1000.0000	1.4000	E48R	1.53113	55.75	

[0178]

26* 24.24 151.7339 (2.0246)

[0179] **5 27 36.95 133.0463 5.2000 SBSL7 1.51633 64.14**

28 37.71 -100.3690

IMG

[0180] 非球面数据 (A4,B6,C8,D10,E12,F16)

[0181] 表面5

[0182] $r=1.29309e+001$ $K=-8.33303e-001$ $A=2.51834e-006$ $B=-1.68699e-007$ $C=2.90684e-009$ $D=-2.77950e-011$ $E=1.28327e-013$ $F=-2.36954e-016$

[0183] 表面25

[0184] $r=-1.00000e+003$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.65413e-004$ $B=6.31697e-007$ $C=3.34699e-010$ $D=9.87574e-013$ $E=-2.03588e-014$ $F=0.00000e+000$

[0185] 表面26

[0186] $r=1.51734e+002$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.31250e-004$ $B=6.93717e-007$ $C=-1.77709e-010$ $D=-2.15299e-012$ $E=0.00000e+000$ $F=0.00000e+000$

[0187] 各种数据

	广角	中间	望远
焦距:	15.40	21.00	27.50
FNO:	4.00	4.82	5.60
[0188] 半视角:	54.51	46.63	38.94
像高:	19.00	21.00	21.64
总长度:	103.50	101.16	103.50
BF:	14.20	14.20	14.20

[0189] 单元距离数据

	广角	中间	望远	广角	中间	望远
				关闭	关闭	关闭
d0	1e+020	1e+020	1e+020	175.0012	177.3414	175.0466
d8	17.4679	7.2094	0.5000			
[0191] d22	1.5000	2.3497	3.1696	2.3020	3.4399	4.5699
d24	5.1629	4.3102	3.4961	4.4558	3.4191	2.5136
d26	2.0246	9.9602	18.9768			

[0192] 单元数据

	单元	起始表面	焦距					
	B1	1	-21.3432					
[0193]	B2	8	26.2827					
	B3	22	-43.2507					
	B4	24	-247.9403					
	B5	26	111.6488					
[0194]	[数值示例5]							
[0195]	单位:mm							
[0196]	表面数据							
[0197]	$ f =15.40-27.50$ F/2.88-4.04 $\text{img}=43.2$ $\omega (^{\circ})=54.5-45.7$							
	B 表面	有效的	曲率	距离	玻璃	nd	vd	
	编号	直径	R	d				
	OBJ	(INF)						
	1	1	44.57	63.7489	2.0000	TAFD37	1.90043	37.37
		2	34.00	20.7280	2.1000			
[0198]		3	33.63	23.0887	2.3000	MFCD500	1.55332	71.68
		4*	29.25	13.4554	15.2000			
		5	27.31	-32.6609	1.2500	SFPL51	1.49700	81.54
		6	27.23	54.2574	4.2000	TAFD37	1.90043	37.37
		7	27.11	-91.2103	23.8241			

	2a	8	16.02	1e+018	0.5000			
		9	16.17	47.6423	3.0000	SLAH58	1.88300	40.76
		10	16.04	-59.7711	0.3000			
		11	15.28	21.9060	4.0000	SFPL51	1.49700	81.54
		12	14.40	-35.3171	1.0000	SLAH89	1.85150	40.78
		13	13.67	28.3571	3.2000			
		s14	13.42	1e+018	8.0185			
	2b	15	15.38	1e+018	1.8000			
		16	16.92	48.0443	0.9000	SLAH89	1.85150	40.78
		17	17.45	16.0000	5.8000	SFPL51	1.49700	81.54
[0199]		18	19.25	-78.3780	0.4000			
		19	22.07	32.3744	7.0000	SFPM2	1.59522	67.73
		20	22.69	-27.2936	1.0000			
	3	21	21.96	-144.1713	1.0000	SLAM73	1.79360	37.09
		22	21.91	47.9578	5.1449			
	4	23*	22.79	-1000.0000	1.4000	E48R	1.53113	55.75
		24*	24.04	58.0943	2.9715			
	5	25	32.82	-377.5531	5.6000	SFPL55	1.43875	94.66
		26	34.00	-38.4986				

IMG

[0200] 非球面数据 (A4、B6、C8、D10、E12、F16)

[0201] 表面4

[0202] $r=1.34554e+001$ $K=-6.42778e-001$ $A=-3.81783e-006$ $B=-1.06924e-008$ $C=-4.53688e-011$ $D=7.84128e-013$ $E=-4.33733e-015$ $F=7.32747e-018$

[0203] 表面23

[0204] $r=-1.00000e+003$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.83984e-004$ $B=1.16015e-006$ $C=-2.73937e-009$ $D=1.20415e-012$ $E=1.04060e-014$ $F=0.00000e+000$

[0205] 表面24

[0206] $r=5.80943e+001$ $K=0.00000e+000$ $A=-1.45895e-004$ $B=1.26268e-006$ $C=-4.12911e-009$ $D=6.39269e-012$ $E=0.00000e+000$ $F=0.00000e+000$

[0207] 各种数据

	广角	中间	望远
焦距:	15.40	21.00	27.50
FNO:	2.88	3.50	4.04
[0208] 半视角:	54.50	45.73	37.92
像高:	19.00	21.00	21.64
总长度:	118.15	111.42	109.20
BF:	14.24	14.67	17.45

[0209] 单元距离数据

	广角	中间	望远	广角	中间	望远
				关闭	关闭	关闭
d0	1e+020	1e+020	1e+020	160.3498	167.0825	169.3532
d7	23.8241	10.0871	0.5000			
[0210] d14	8.0185	7.8625	7.0461			
d20	1.0000	1.8761	2.6947	1.7335	2.8863	4.0726
d22	5.1449	5.3111	5.7716	4.5615	4.5512	4.7417
d24	2.9715	8.6662	12.7907			
d26	0.3000	0.7251	3.5068			

[0211] 单元数据

	单元	起始表面	焦距
[0212] B1	1		-24.5304
B2	8		43.8910
B3	15		24.6035
B4	21		-45.2423
[0213] B5	23		-103.3256
B6	25		97.2197

[0214]

		Ex.1	Ex.2	Ex.3	Ex.4	Ex.5
焦距	fw	16.45	15.40	15.40	15.40	15.40
焦距	ft	27.5	27.50	27.50	27.50	27.50
半视角	ωw	52.71	54.5	54.5	54.5	54.5
近轴像高	yim	21.60	21.60	21.60	21.60	21.60
透镜总长度	Lw	134.57	118	114.50	103.50	119.65

后	BFw	14.07	14.15	14.20	14.20	14.24
G1的焦距	f _{g1}	-37.7	-36.9	-36.2	-36.4	-34.9
2a单元的焦距	f _{2a}	53.7	44.1	45.9	34.6	43.9
2b单元的焦距	f _{2b}	25.5	24.9	26.4	27.5	24.6
第二单元的厚度	D2	40.40	32.72	31.50	30.14	27.71
L11的平均折射率	Nd11	1.904	1.904	1.904	1.904	1.900
L11的平均阿贝数	vd11	31.31	31.31	31.31	31.31	37.37
L12的平均折射率	Nd12	1.625	1.625	1.633	1.633	1.553
L12的平均阿贝数	vd12	51.76	51.76	53.61	53.61	71.68
表达式 (1)	f _{g1} /f _w	-2.29	-2.40	-2.35	-2.37	-2.26
表达式 (2)	mR/BFw	0	0	0	0	0.225
表达式 (3)	f ₃ /f _t	-1.71	-1.71	-1.73	-1.57	-1.65
表达式 (4)	f _R /f _w	5.99	6.38	6.41	7.25	6.31
表达式 (5)	L _w /f _w	8.18	7.53	7.44	6.72	7.77
表达式 (6)	L _w /BFw	9.56	8.20	8.06	7.29	8.40
表达式 (7)	f ₂ /f _w	1.93	1.77	1.76	1.71	1.80
表达式 (8)	D2/f _w	2.46	2.12	2.05	1.96	1.80
表达式 (9)	f _{2a} /f _{2b}	2.11	1.77	1.74	1.26	1.78
表达式 (10)	vd11	31.31	31.31	31.31	31.31	31.31
表达式 (11)	Nd11	1.904	1.904	1.904	1.904	1.904
表达式 (12)	Nd11/Nd12	1.17	1.17	1.17	1.17	1.22
表达式 (13)	vd11/vd12	0.60	0.60	0.58	0.58	0.52
表达式 (14)	distw	-12.0	12.0	-12.0	-12.0	-12.0

[0215] 每个单元的移动量(从广角端到望远端的变焦中:向物侧移动为+) (mm)

[0216]

		Ex.1	Ex.2	Ex.3	Ex.4	Ex.5
第一透镜单元	m1	-15.20	-3.63	-4.12	-0.01	-8.95
第二透镜单元	m2	12.80	16.66	16.45	16.96	14.38
第三透镜单元	m3	11.00	15.23	14.94	15.29	15.35
第四透镜单元	m4	12.80	16.66	16.45	16.96	13.65
第五透镜单元	m5	0.00	0.00	0.00	0.00	13.03
第六透镜单元	m6	-	-	-	-	3.21

[0217] 图11例示了作为使用每个示例中的变焦透镜作为图像拾取光学系统的图像拾取装置的数码静态相机。附图标记20表示相机主体,并且附图标记21表示由示例1至示例5中的变焦透镜之一构成的图像拾取光学系统。附图标记22表示固态图像传感器,诸如CCD传感器或CMOS传感器,其内置于相机主体20中并且被配置为捕获由图像拾取光学系统21形成的光学图像或物体图像。附图标记23表示被配置为存储通过处理来自图像传感器22的图像拾取信号生成的图像数据的存储器,并且附图标记24表示被配置为显示图像数据的后显示器。

[0218] 当使用每个示例中的变焦透镜时,可以获得具有高光学性能的小尺寸相机。

[0219] 相机可以是具有快速转向镜(quick turn mirror)的单镜头反光相机,或者可以是不具有快速转向镜的无反光镜相机。

[0220] 根据以上示例,可以提供一种变焦透镜,该变焦透镜可以很好地校正畸变和场曲,同时具有广角并且易于制造。

[0221] 虽然已经参考示例性实施例描述了本公开,但是应该理解的是,本公开不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最广泛的解释以涵盖所有此类修改和等同的结构和功能。

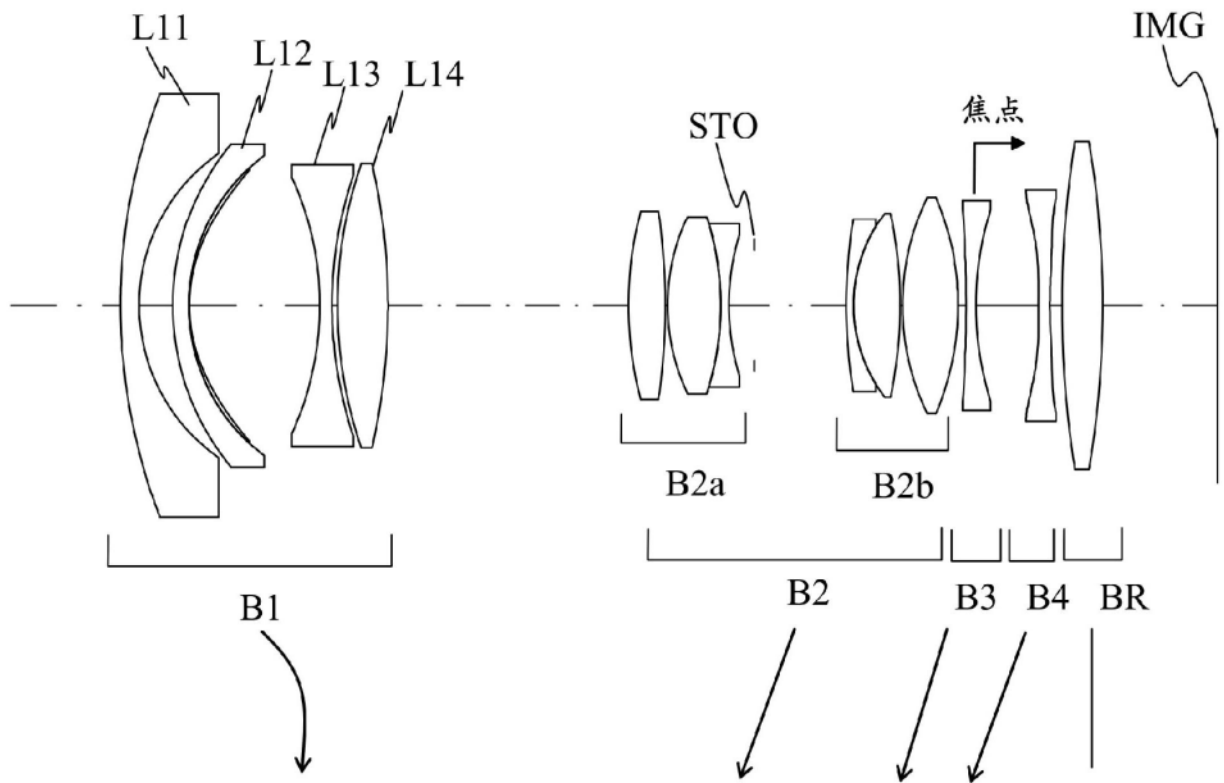


图1

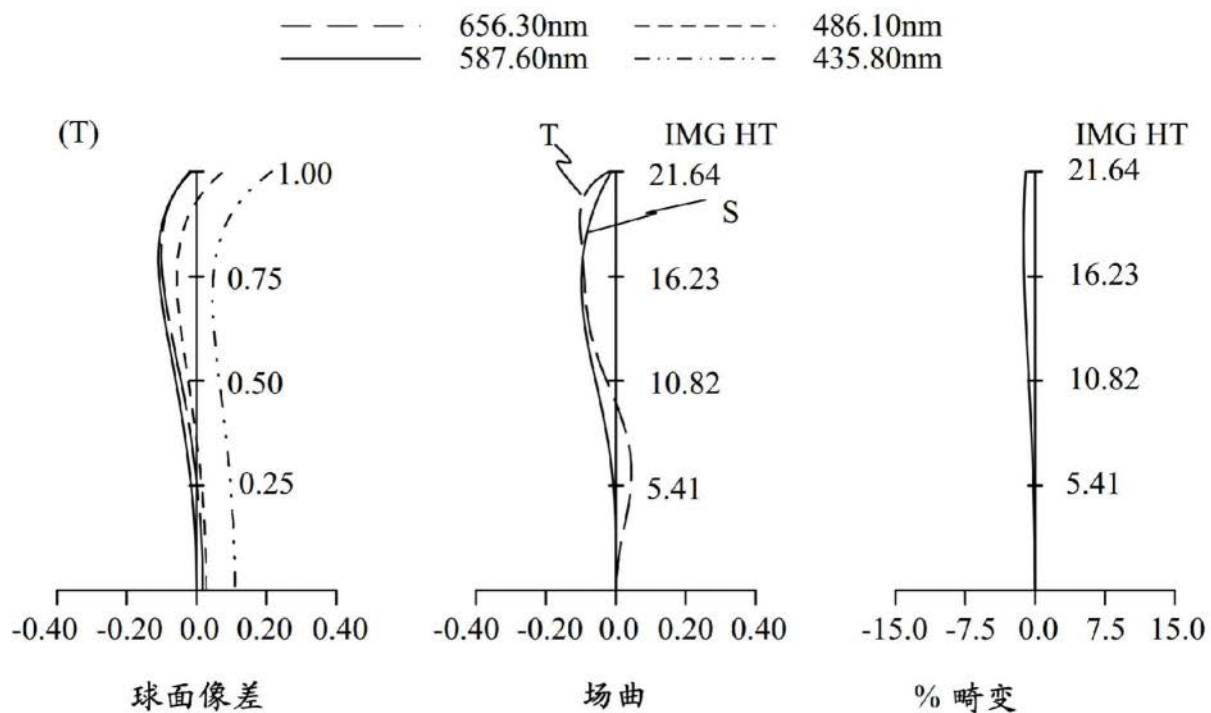
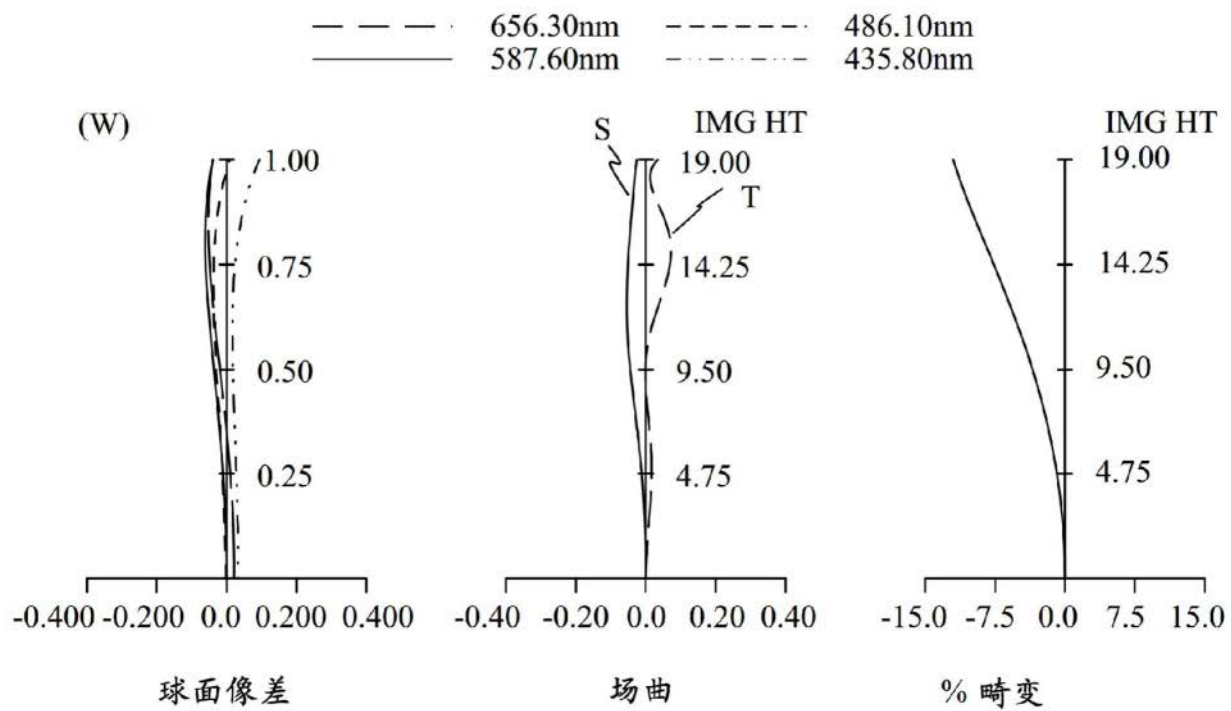


图2

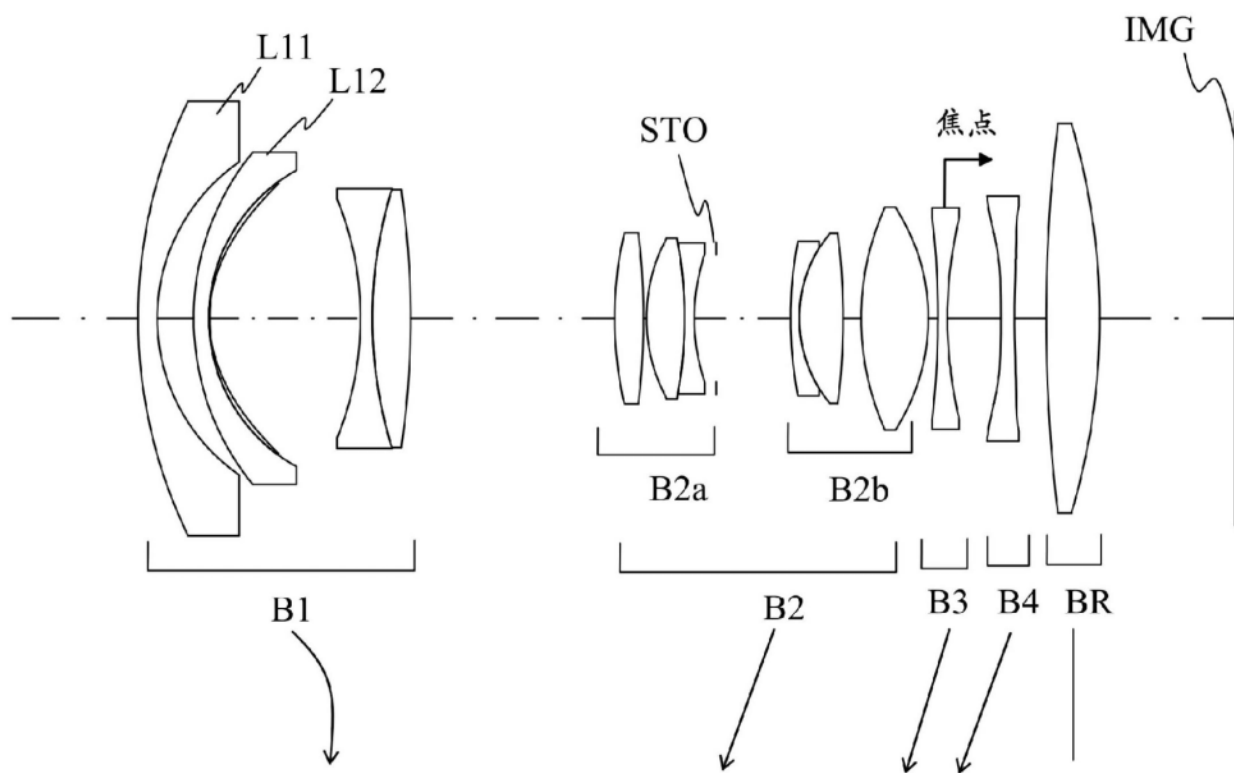


图3

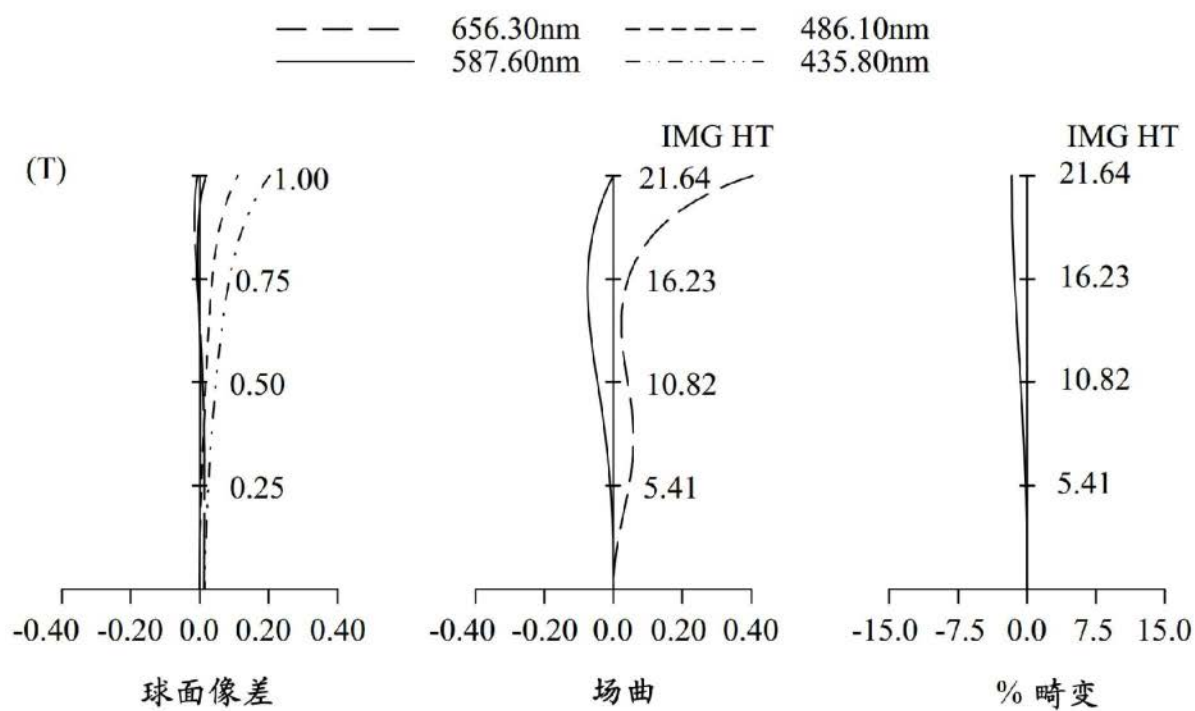
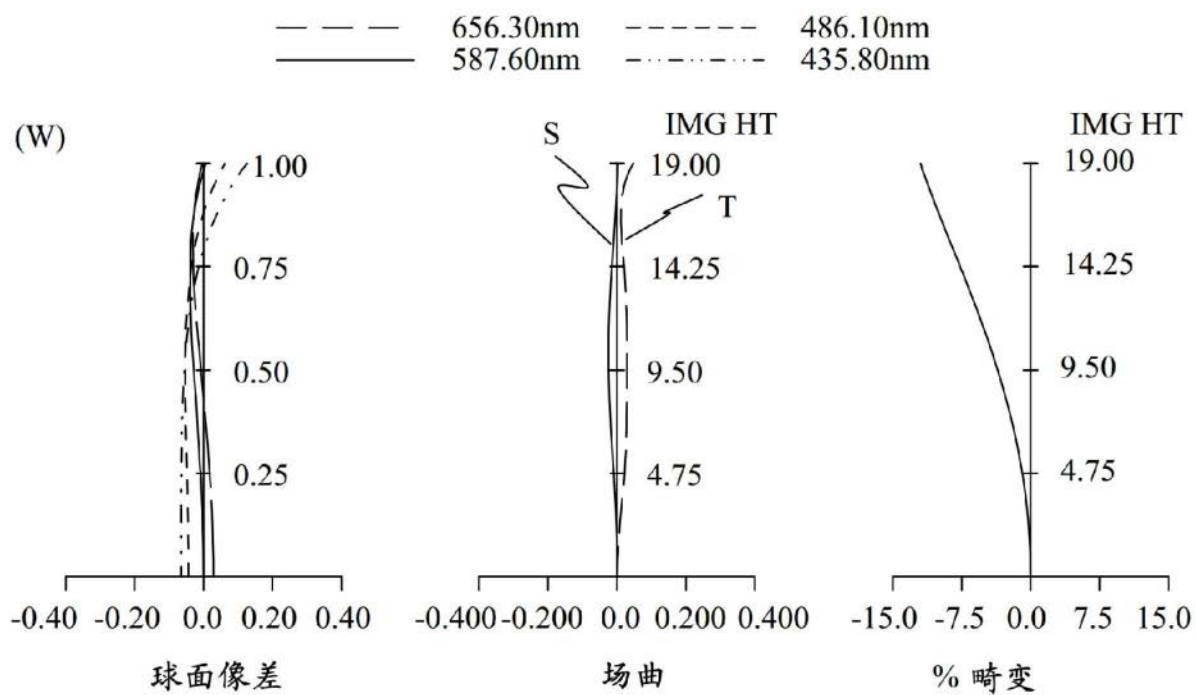


图4

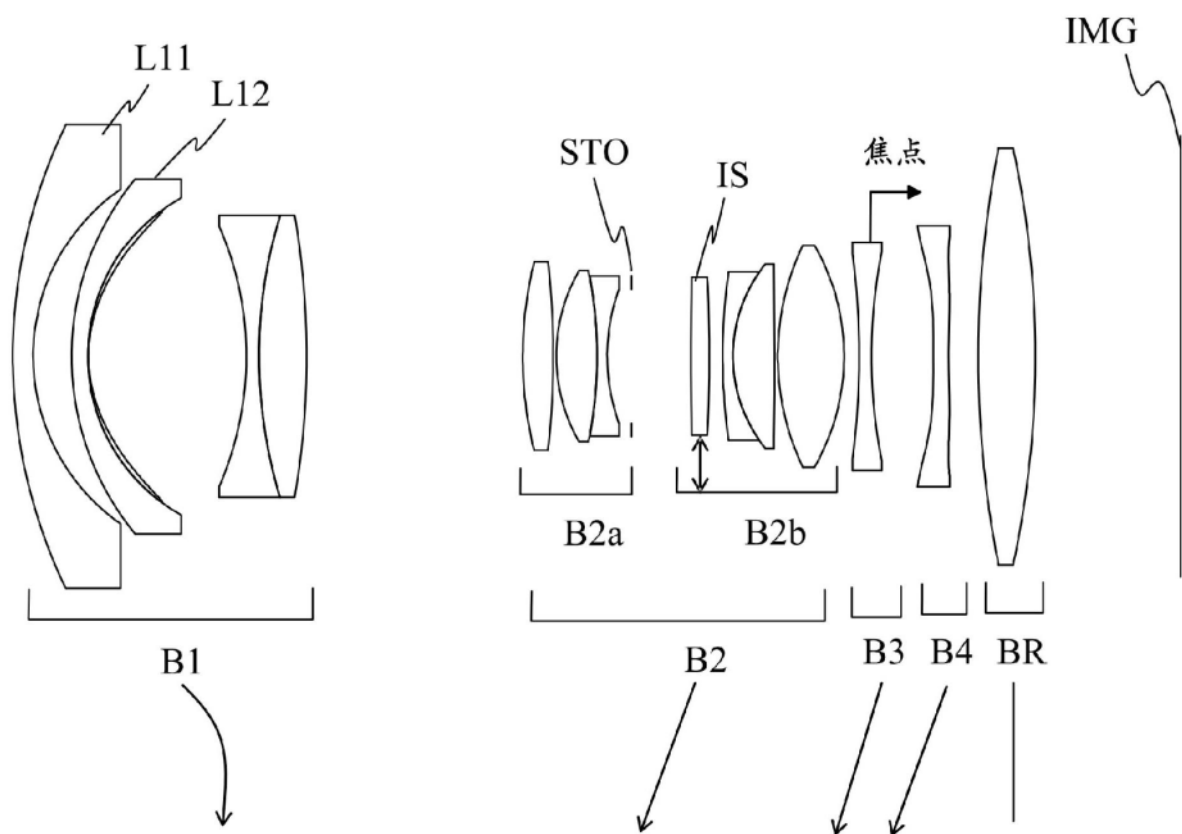


图5

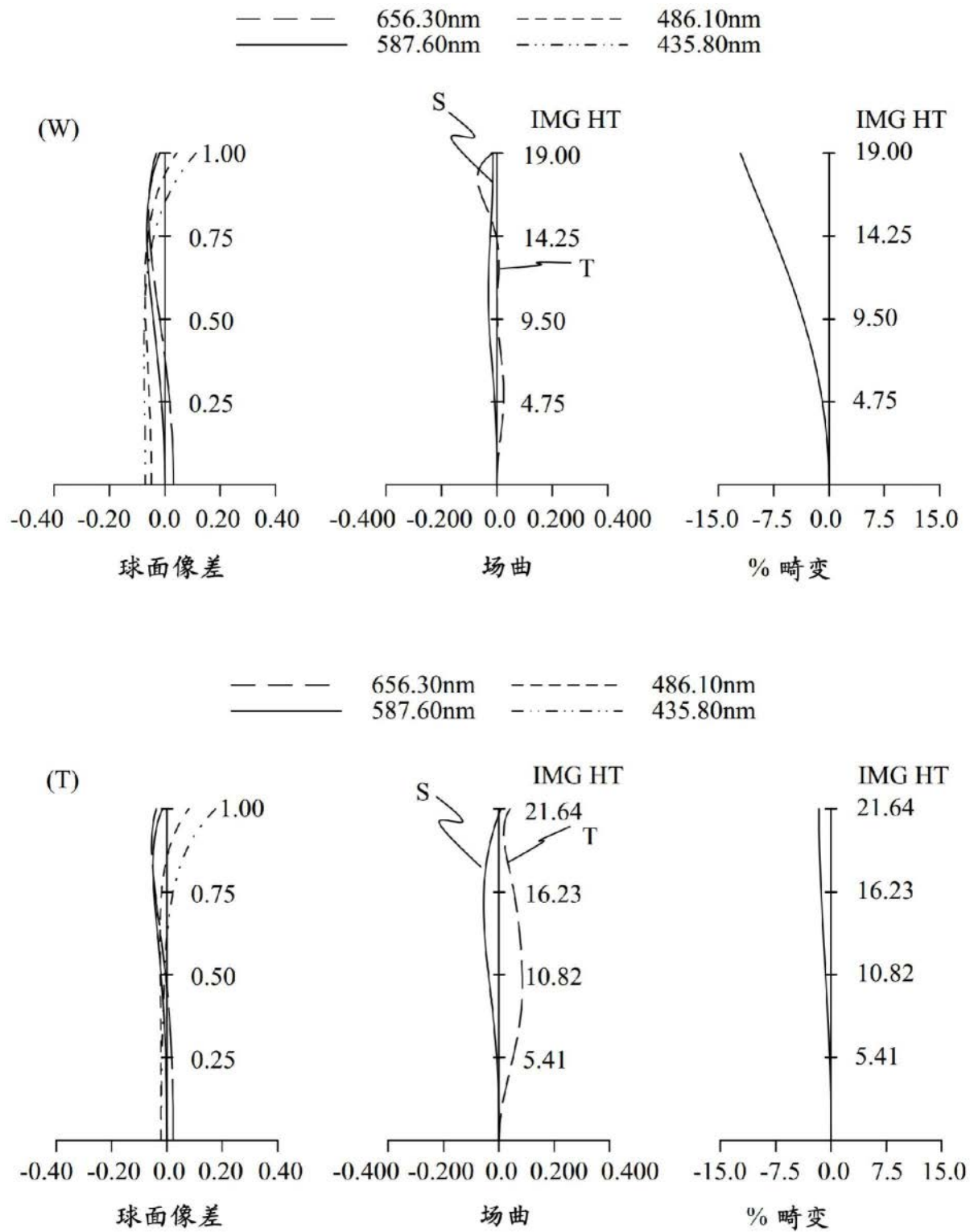


图6

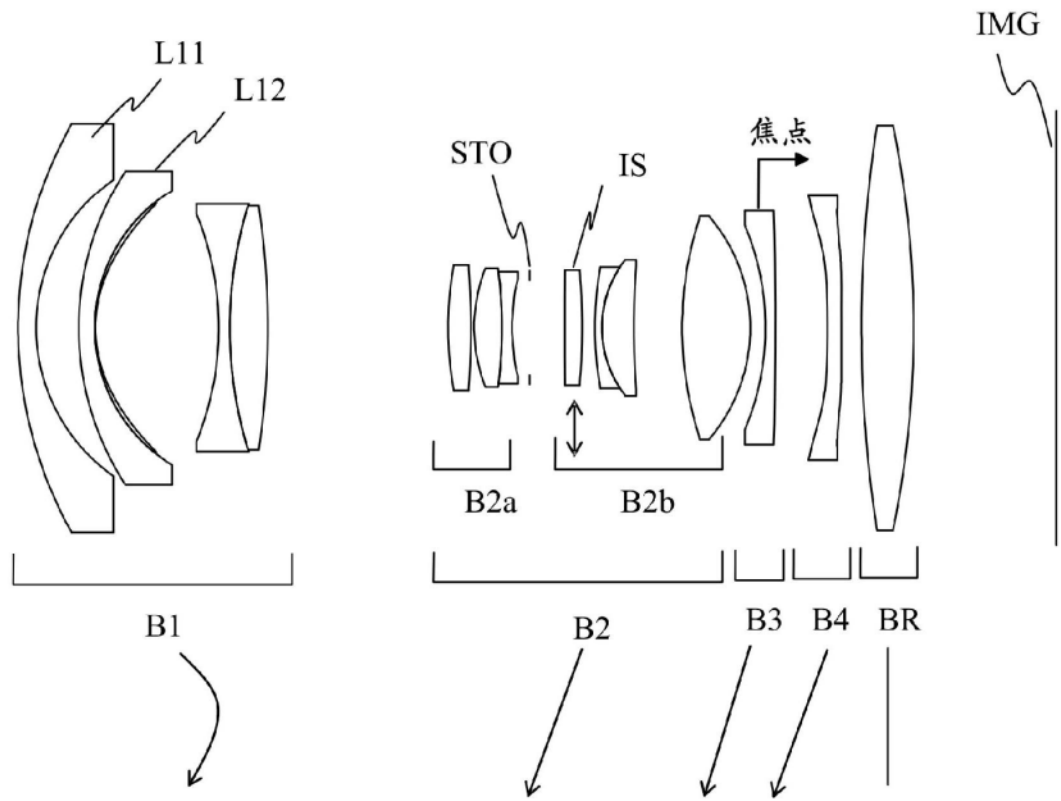


图7

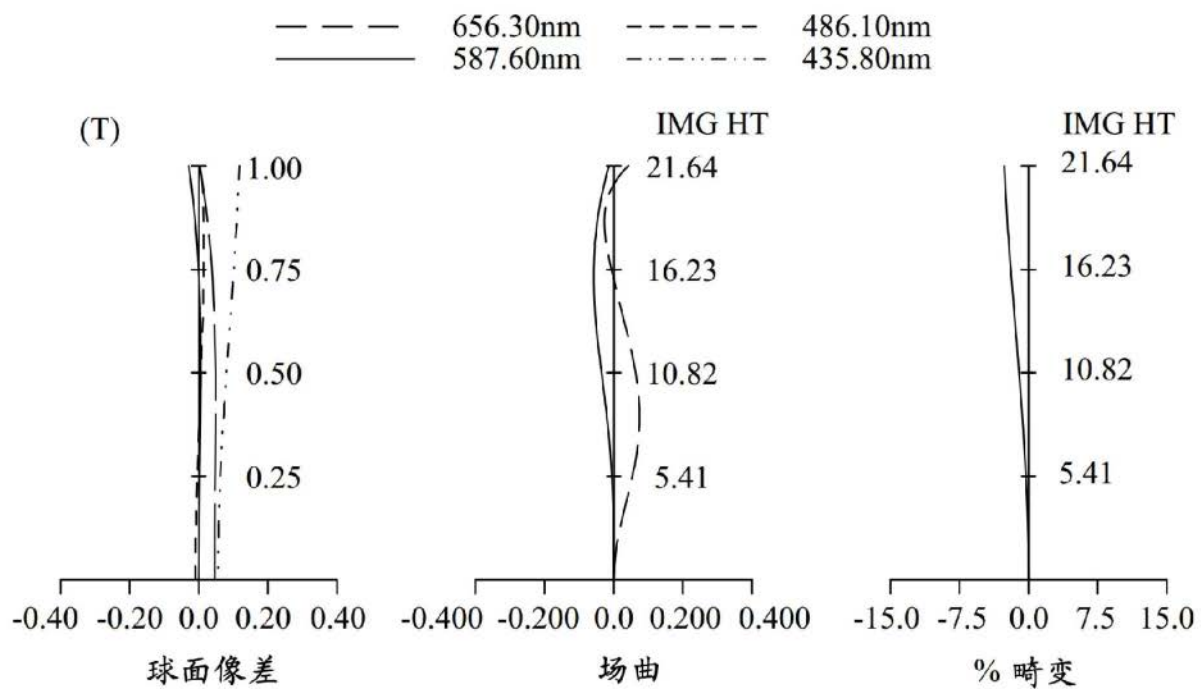
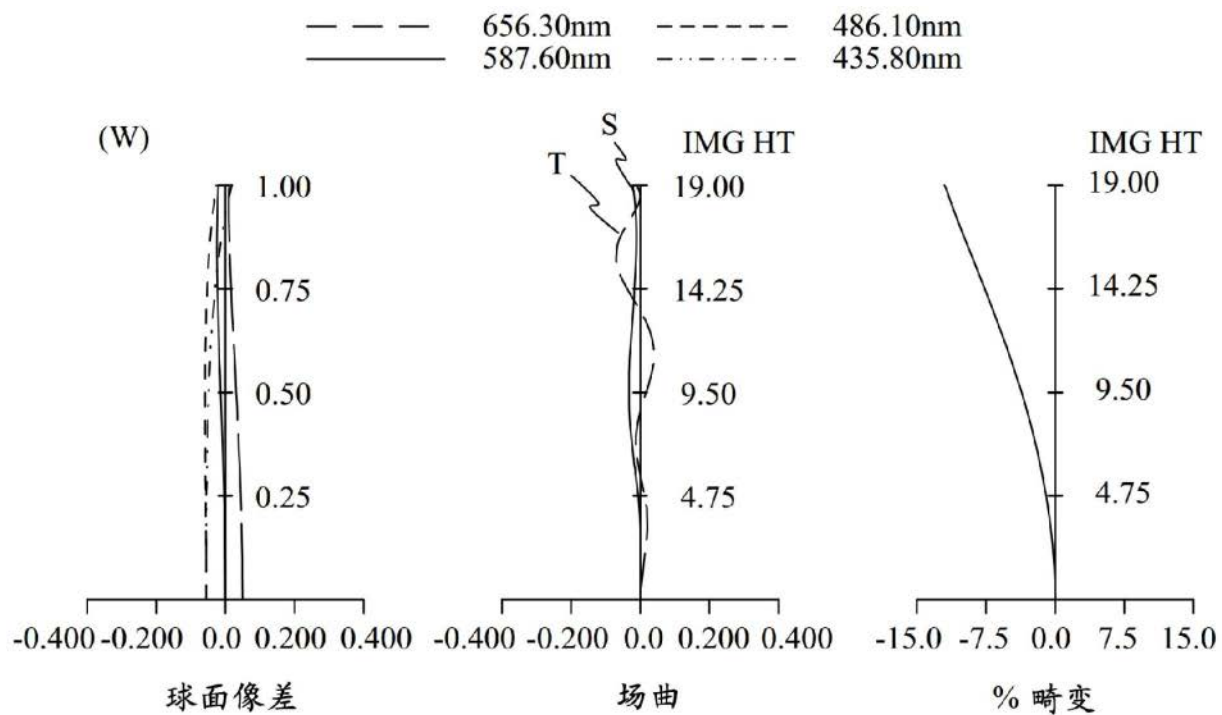


图8

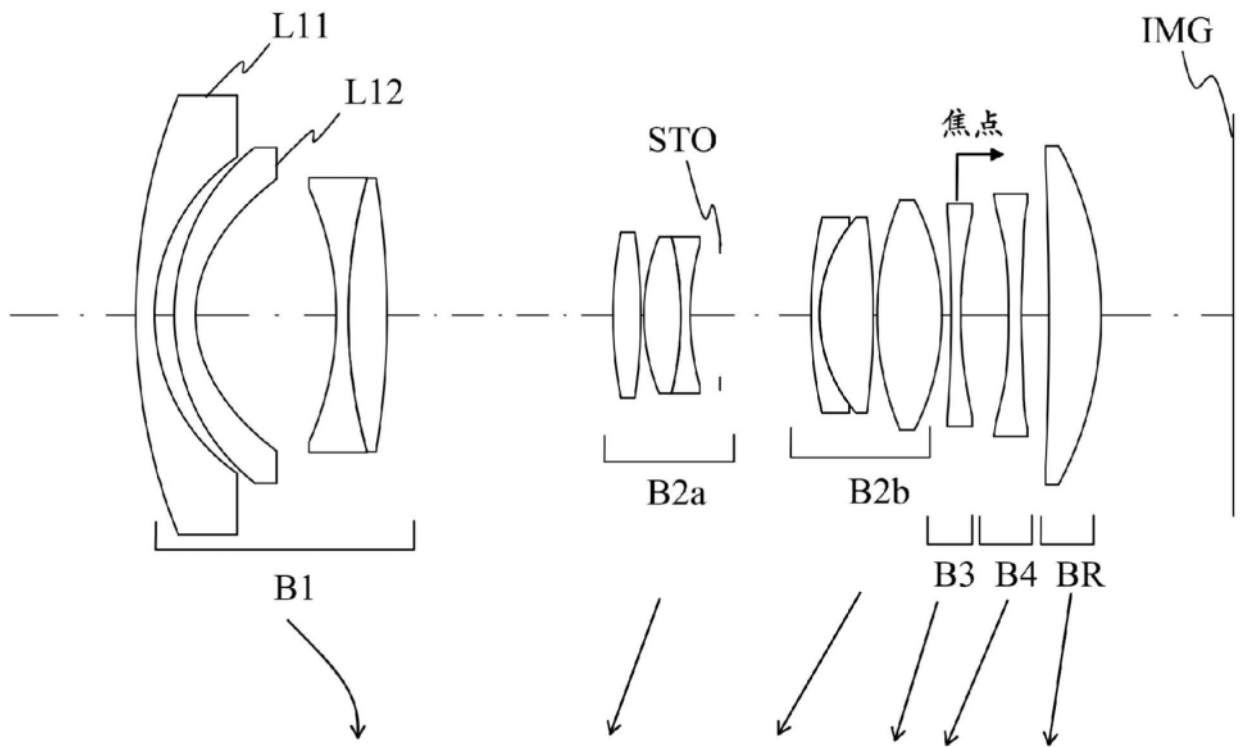


图9

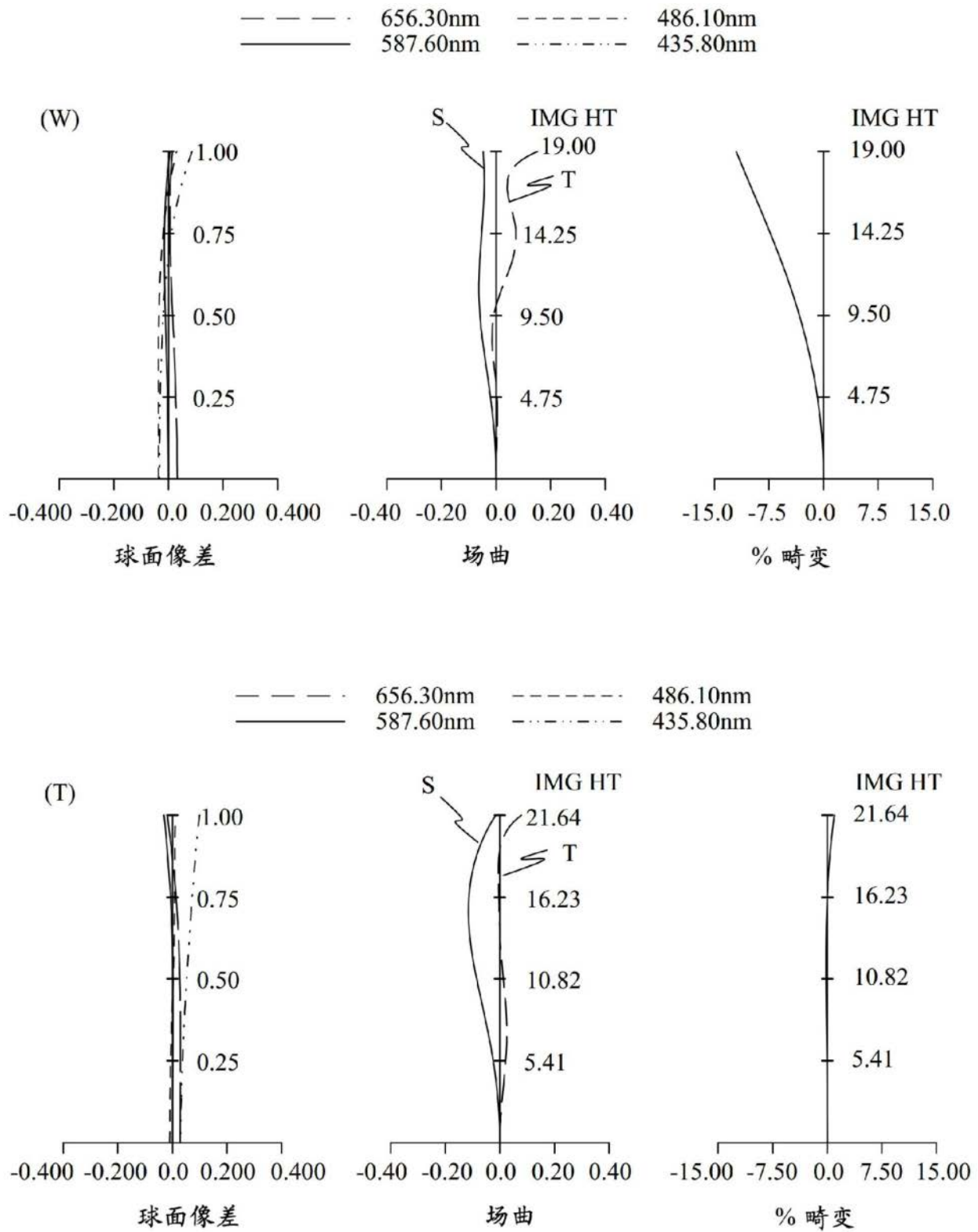


图10

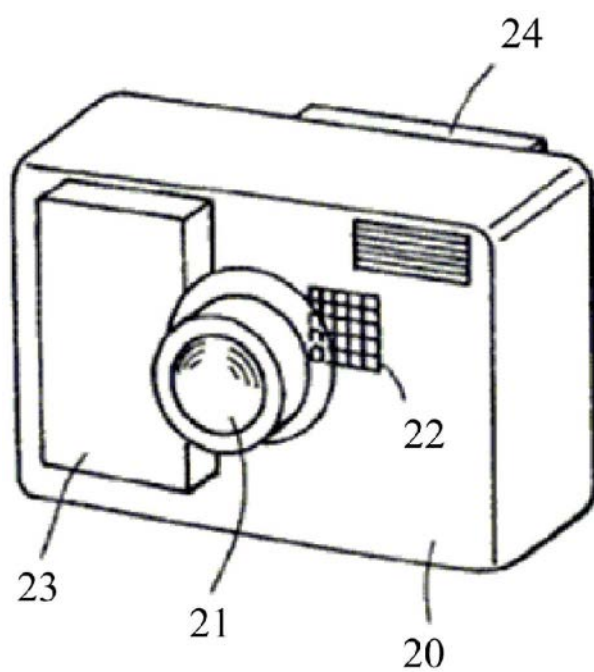


图11