



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111258039 B

(45) 授权公告日 2022.02.11

(21) 申请号 201911169431.X

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.11.26

G02B 15/16 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 张凯华

申请公布号 CN 111258039 A

(43) 申请公布日 2020.06.09

(30) 优先权数据

2018-224739 2018.11.30 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 片寄慎斗

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

代理人 汪晶晶

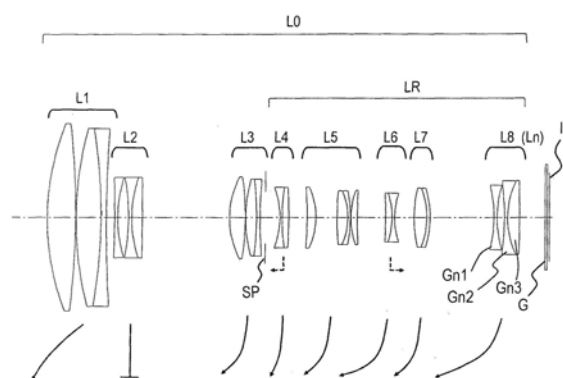
权利要求书2页 说明书24页 附图9页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本申请公开了变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置。提供了变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元,具有负折光力的第二透镜单元,具有正折光力的第三透镜单元,以及包括多个透镜单元的后透镜组,并且每对相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间变化。当后透镜组包括在包括至少一个正透镜和至少一个负透镜的透镜单元当中最靠近像侧设置的透镜单元 L_n 时,第一透镜单元和透镜单元 L_n 被配置成移动以进行变焦。第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一正透镜、第二正透镜和第一负透镜。



1. 一种变焦透镜,其特征在于,从物侧到像侧依次包括:
具有正折光力的第一透镜单元;
具有负折光力的第二透镜单元;
具有正折光力的第三透镜单元;以及
包括多个透镜单元的后透镜组,
其中,每对相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间变化,
其中,后透镜组包括在包括正透镜和负透镜的透镜单元当中最靠近像侧设置的透镜单元 L_n ,第一透镜单元和透镜单元 L_n 被配置成移动以进行变焦,
其中,第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一正透镜、第二正透镜和第一负透镜,并且

其中,满足以下条件表达式:

$$0.20 < f_1/f_t < 0.45;$$

$$-0.15 < f_n/f_t < -0.05, \text{ 以及}$$

$$0.05 < L_{nwi}/L_{nti} < 0.25,$$

其中, f_1 是第一透镜单元的焦距, f_n 是透镜单元 L_n 的焦距, f_t 是变焦透镜在望远端处的焦距, L_{nwi} 是在广角端处的透镜单元 L_n 中从最靠近像侧的透镜表面到旁轴像面的在光轴上的距离,以及 L_{nti} 是在望远端处的透镜单元 L_n 中从最靠近像侧的透镜表面到旁轴像面的在光轴上的距离。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$65 < v_{dnave},$$

其中, v_{dnave} 是包括在透镜单元 L_n 中的所有负透镜的材料相对于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,满足以下条件表达式:

$$70 < v_{d1pave},$$

其中, v_{d1pave} 是包括在第一透镜单元中的所有正透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.70 < f_{11}/f_{12} < 1.20,$$

其中, f_{11} 是第一正透镜的焦距,以及 f_{12} 是第二正透镜的焦距。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,

其中,透镜单元 L_n 包括两个负透镜,并且

其中,满足以下条件表达式:

$$0.60 < f_{n1}/f_{n2} < 1.30,$$

其中, f_{n1} 是在所述两个负透镜当中布置在物侧的负透镜的焦距,以及 f_{n2} 是在所述两个负透镜当中布置在像侧的负透镜的焦距。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$3.5 < f_t/f_w < 8.0$$

其中, f_w 是变焦透镜在广角端处的焦距。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

1. $1.20 < \beta_{tn} / \beta_{wn} < 3.00$,

其中, β_{wn} 是透镜单元 L_n 在广角端处的横向倍率, 以及 β_{tn} 是透镜单元 L_n 在望远端处的横向倍率。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中, 后透镜组从物侧到像侧依次由具有负折光力的第四透镜单元、具有正折光力的第五透镜单元、具有负折光力的第六透镜单元、具有正折光力的第七透镜单元和具有负折光力的第八透镜单元组成。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中, 后透镜组从物侧到像侧依次由具有负折光力的第四透镜单元、具有正折光力的第五透镜单元、具有负折光力的第六透镜单元、具有正折光力的第七透镜单元、具有负折光力的第八透镜单元和具有负折光力的第九透镜单元组成。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中, L_n 从物侧到像侧依次由以下三个透镜组成: 具有负折光力的 n_1 透镜、具有负折光力的 n_2 透镜和具有正折光力的 n_3 透镜。

11. 根据权利要求8所述的变焦透镜, 其中, 第四透镜单元和第六透镜单元被配置成沿不同的轨迹移动以进行聚焦。

12. 根据权利要求11所述的变焦透镜, 其中, 第四透镜单元和第六透镜单元被配置成分别向物侧和像侧移动以从无限远聚焦到近距离。

13. 一种图像拾取装置, 其特征在于, 包括:

如权利要求1至12中任一项所述的变焦透镜; 以及

图像拾取元件, 被配置成接收由变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和包括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包括变焦透镜的图像拾取装置,该变焦透镜和图像拾取装置适用于使用图像拾取元件的图像拾取装置(诸如数字静态相机、视频相机、广播相机和监控相机)的图像拾取光学系统。

背景技术

[0002] 近年来,已经要求用于图像拾取装置的变焦透镜具有短的总透镜长度和高的变焦比,并且在整个变焦范围内具有高的光学性能。特别地,在具有长焦距的望远变焦透镜中,在各种像差当中,大的轴向色差和倍率色差倾向于出现,并且因此重要的是校正色差以实现较高质量的图像。

[0003] 作为望远变焦透镜,已知一种变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次包括具有正折光力的透镜单元、具有负折光力的透镜单元、具有正折光力的透镜单元以及包括多个后续的后透镜单元的后透镜组(日本专利申请公开No.2007-192858和美国专利申请公开No.2017/0329112)。

[0004] 为了缩小望远变焦透镜中的变焦透镜的尺寸,有效的是增强形成变焦透镜的每个透镜单元的折光力。例如,在变焦透镜中,为了减小望远端处的总透镜长度,增强第一透镜单元的折光力是特别有效的。

[0005] 然而,在望远变焦透镜中,比第一透镜单元更靠近物侧布置的后透镜组增大了在第一透镜单元中已经出现的各种像差,并且因此重要的是适当地设定第一透镜单元的折光力和透镜配置以令人满意地校正像差。例如,当第一透镜单元的折光力被设定得太大时,出现大的色差,导致难以实现较高质量的图像。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供具有高的变焦比的紧凑变焦透镜,该紧凑变焦透镜具有高的光学性能,使得特别是在望远端处令人满意地校正了色差。

[0007] 根据本发明的一个方面,变焦透镜从物侧到像侧依次包括:具有正折光力的第一透镜单元;具有负折光力的第二透镜单元;具有正折光力的第三透镜单元;以及包括多个透镜单元的后透镜组,其中,每对相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间变化,其中,后透镜组包括在包括正透镜和负透镜的透镜单元当中最靠近像侧设置的透镜单元 L_n ,第一透镜单元和透镜单元 L_n 被配置成移动以进行变焦,其中,第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一正透镜、第二正透镜和第一负透镜,并且其中,满足以下条件表达式:

[0008] $0.20 < f_1/f_t < 0.45$; 以及

[0009] $-0.15 < f_n/f_t < -0.05$,

[0010] 其中, f_1 是第一透镜单元的焦距, f_n 是透镜单元 L_n 的焦距,以及 f_t 是变焦透镜在望远端处的焦距。

[0011] 本发明的其它特征将从参考附图对示例实施例的以下描述中变得清楚。

附图说明

[0012] 图1是根据本发明的实施例1的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的透镜截面图。

[0013] 图2A示出根据本发明的实施例1的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0014] 图2B示出根据本发明的实施例1的变焦透镜在该变焦透镜在中间变焦位置 ($f = 248.7\text{mm}$) 处聚焦在无限远处时的像差图。

[0015] 图2C示出根据本发明的实施例1的变焦透镜在该变焦透镜在望远端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0016] 图3是根据本发明的实施例2的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的透镜截面图。

[0017] 图4A示出根据本发明的实施例2的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0018] 图4B示出根据本发明的实施例2的变焦透镜在该变焦透镜在中间变焦位置 ($f = 248.5\text{mm}$) 处聚焦在无限远处时的像差图。

[0019] 图4C示出根据本发明的实施例2的变焦透镜在该变焦透镜在望远端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0020] 图5是根据本发明的实施例3的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的透镜截面图。

[0021] 图6A示出根据本发明的实施例3的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0022] 图6B示出根据本发明的实施例3的变焦透镜在该变焦透镜在中间变焦位置 ($f = 293.0\text{mm}$) 处聚焦在无限远处时的像差图。

[0023] 图6C示出根据本发明的实施例3的变焦透镜在该变焦透镜在望远端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0024] 图7是根据本发明的实施例4的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的透镜截面图。

[0025] 图8A示出根据本发明的实施例4的变焦透镜在该变焦透镜在广角端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0026] 图8B示出根据本发明的实施例4的变焦透镜在该变焦透镜在中间变焦位置 ($f = 282.0\text{mm}$) 处聚焦在无限远处时的像差图。

[0027] 图8C示出根据本发明的实施例4的变焦透镜在该变焦透镜在望远端处聚焦在无限远处时的像差图。

[0028] 图9是根据本发明的至少一个实施例的图像拾取装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0029] 根据本发明的实施例的变焦透镜从物侧到像侧依次包括：具有正折光力的第一透镜单元；具有负折光力的第二透镜单元；具有正折光力的第三透镜单元；以及包括多个透镜单元的后透镜组。相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间变化。

[0030] 图1是根据本发明的实施例1的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图2A、图2B和图2C分别示出根据实施例1的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处以及在望远端处的像差图。实施例1表示具有5.83的变焦比和4.60至6.80的F数的变焦透镜。

[0031] 图3是根据本发明的实施例2的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图4A、图4B和图4C分别示出根据实施例2的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处以及在望远端处的像差图。实施例2表示具有5.83的变焦比和4.60至6.80的F数的变焦透镜。

[0032] 图5是根据本发明的实施例3的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图6A、图6B和图6C分别示出根据实施例3的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处以及在望远端处的像差图。实施例3表示具有5.69的变焦比和4.60至8.00的F数的变焦透镜。

[0033] 图7是根据本发明的实施例4的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图8A、图8B和图8C分别示出根据实施例4的变焦透镜在广角端处、在中间变焦位置处以及在望远端处的像差图。实施例4表示具有5.30的变焦比和4.60至8.00的F数的变焦透镜。

[0034] 图9是根据本发明的至少一个实施例的图像拾取装置的主要部分的示意图。

[0035] 根据每个实施例的变焦透镜是用于诸如视频相机、数字相机、电视(TV)相机和监控相机之类的图像拾取装置的图像拾取光学系统。在透镜截面图中,左侧是物侧(前面),右侧是像侧(后面)。在透镜截面图中,L0表示变焦透镜。透镜单元的从物侧起的次序由“i”表示,并且第i个透镜单元由Li表示。后透镜组由LR表示。在后透镜组LR的包括正透镜和负透镜的透镜单元当中,最靠近像侧的透镜单元由Ln表示。

[0036] 在实施例1至实施例3的透镜截面图中,L1表示具有正折光力的第一透镜单元,L2表示具有负折光力的第二透镜单元,并且L3表示具有正折光力的第三透镜单元。LR表示包括多个透镜单元的后透镜组。后透镜组LR从物侧到像侧依次包括具有负折光力的第四透镜单元L4、具有正折光力的第五透镜单元L5、具有负折光力的第六透镜单元L6、具有正折光力的第七透镜单元L7以及具有负折光力的第八透镜单元L8。第八透镜单元L8是透镜单元Ln。在实施例1至实施例3中,变焦透镜L0是包括八个透镜单元的八单元变焦透镜。

[0037] 在实施例4的透镜截面图中,L1表示具有正折光力的第一透镜单元,L2表示具有负折光力的第二透镜单元,并且L3表示具有正折光力的第三透镜单元。LR表示包括多个透镜单元的后透镜组。后透镜组LR从物侧到像侧依次包括具有负折光力的第四透镜单元L4、具有正折光力的第五透镜单元L5、具有负折光力的第六透镜单元L6、具有正折光力的第七透镜单元L7、具有负折光力的第八透镜单元L8和具有负折光力的第九透镜单元L9。第八透镜单元L8是透镜单元Ln。在实施例4中,变焦透镜L0是包括九个透镜单元的九单元变焦透镜。

[0038] 在透镜截面图中,孔径光阑SP被配置成确定(限制)在开放f数(Fno)处的光线,并且被布置在第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间。

[0039] 在透镜截面图中,光学元件G与滤光器、面板、晶体低通滤光器、红外截止滤光器等相对应。当变焦透镜被用作视频相机或数字静态相机的图像拾取光学系统时,像面IP是诸如CCD传感器和CMOS传感器之类的图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取平面。

[0040] 在像差图中,Fno表示f数,并且“ ω ”表示图像拾取视角的半视角(度),该半视角是依据光线追踪值的视角。在球面像差图中,“d”表示d线(波长:587.56nm),并且“g”表示g线(波长:435.8nm)。在像散图中,实线 ΔS 表示d线处的弧矢像面,并且虚线 ΔM 表示d线处的子午像面。相对于d线指示畸变。在倍率色差图中,“g”表示g线。在以下给出的每个实施例中,

广角端和望远端指的是在当用于改变倍率的透镜单元位于透镜单元在光轴上能够机械移动的范围的两端处时的相应变焦位置。

[0041] 在每个实施例中,在从广角端到望远端变焦期间,每个透镜单元如由实线所指示的那样移动。

[0042] 具体地,在实施例1中,第一透镜单元L1被配置成在从广角端到望远端变焦期间向物侧移动。第二透镜单元L2被配置成在变焦期间不移动。第三透镜单元L3被配置成向物侧移动。孔径光阑SP和第三透镜单元L3被配置成以一体的方式移动。第四透镜单元L4被配置成向物侧移动。第五透镜单元L5被配置成向物侧移动。第六透镜单元L6被配置成向物侧移动。第七透镜单元L7被配置成向物侧移动。第八透镜单元L8被配置成向物侧移动。第三透镜单元L3、第五透镜单元L5和第七透镜单元L7被配置成在变焦期间沿着相同的轨迹移动。

[0043] 在实施例2和实施例3中,第一透镜单元L1被配置成在从广角端到望远端变焦期间向物侧移动。第二透镜单元L2被配置成向物侧移动。第三透镜单元L3被配置成向物侧移动。孔径光阑SP和第三透镜单元L3被配置成以一体的方式移动。第四透镜单元L4被配置成向物侧移动。第五透镜单元L5被配置成向物侧移动。第六透镜单元L6被配置成向物侧移动。第七透镜单元L7被配置成向物侧移动。第八透镜单元L8被配置成向物侧移动。第三透镜单元L3、第五透镜单元L5和第七透镜单元L7被配置成在变焦期间沿着相同的轨迹移动。

[0044] 在实施例4中,第一透镜单元L1被配置成在从广角端到望远端变焦期间向物侧移动。第二透镜单元L2被配置成向物侧移动。第三透镜单元L3被配置成向物侧移动。孔径光阑SP和第三透镜单元L3被配置成以一体的方式移动。第四透镜单元L4被配置成向物侧移动。第五透镜单元L5被配置成向物侧移动。第六透镜单元L6被配置成向物侧移动。第七透镜单元L7被配置成向物侧移动。第八透镜单元L8被配置成向物侧移动。第九透镜单元L9被配置成向物侧移动。第三透镜单元L3、第五透镜单元L5和第七透镜单元L7被配置成在变焦期间沿着相同的轨迹移动。

[0045] 在每个实施例中,第四透镜单元L4和第六透镜单元L6沿着单独的轨迹移动,以校正由于变焦引起的像面中的变化,并执行聚焦。通过如虚线箭头指示的那样将第四透镜单元L4向前(向物侧)移动,并且将第六透镜单元L6向后(向像侧)移动,执行从无限远到近距离的聚焦。可以在不使用第四透镜单元L4和第六透镜单元L6的情况下执行聚焦,并且可以通过单独使用另一透镜单元或多个透镜来执行聚焦。

[0046] 在实施例1至实施例4中,透镜单元Ln从物侧到像侧依次包括三个透镜,即,具有负折光力的n1透镜、具有负折光力的n2透镜和具有正折光力的n3透镜。

[0047] 在每个实施例中,变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元L1、具有负折光力的第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3以及包括多个透镜单元的后透镜组LR,并且相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间变化。

[0048] 将后透镜组LR的包括一个或多个正透镜和一个或多个负透镜的变焦透镜当中最靠近像侧的透镜单元设定为透镜单元Ln。第一透镜单元L1和透镜单元Ln被配置成在变焦期间移动,并且第一透镜单元L1从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一正透镜、具有正折光力的第二正透镜以及具有负折光力的第一负透镜。第一透镜单元L1的焦距由f1表示,透镜单元Ln的焦距由“fn”表示,并且变焦透镜在望远端处的焦距由“ft”表示。

[0049] 此时,满足以下条件表达式。

[0050] $0.20 < f_1/f_t < 0.45 \cdots (1)$

[0051] $-0.15 < f_n/f_t < -0.05 \cdots (2)$

[0052] 接下来,描述上述条件表达式的技术含义。

[0053] 条件表达式(1)是为了在令人满意地校正望远端处的轴向色差和倍率色差的同时减小望远端处的总透镜长度而要满足的条件表达式。条件表达式(1)适当地定义了第一透镜单元L1的焦距和变焦透镜在望远端处的焦距。

[0054] 当第一透镜单元L1的焦距变长以使得条件表达式(1)的比率超过条件表达式(1)的上限时,第一透镜单元L1在从广角端到望远端变焦期间的移动量变得太大。结果,望远端处的总透镜长度变长,并且变得难以实现缩小尺寸。当第一透镜单元L1的焦距变短以使得条件表达式(1)的比率降至低于条件表达式(1)的下限时,在第一透镜单元L1中出现大量的轴向色差和倍率色差,并且变得难以校正望远端处的轴向色差和倍率色差。

[0055] 条件表达式(2)适当地定义了透镜单元L_n的焦距和变焦透镜在望远端处的焦距,以令人满意地校正望远端处的倍率色差。通常,优选在轴向光线与离轴光线彼此分离的位置处校正倍率色差。在如每个实施例中的这种变焦透镜中,与穿过靠近孔径光阑SP的透镜单元的光线相比,穿过朝着像侧远离孔径光阑SP布置的透镜单元的光线的轴向光线和离轴光线在光轴正交方向上彼此分离得更多。因此,在布置在朝着像侧远离孔径光阑SP的位置处的透镜单元L_n中校正倍率色差是有效的。

[0056] 当透镜单元L_n的负焦距变短以使得条件表达式(2)的比率超过条件表达式(2)的上限时(当负焦距的绝对值变小时),望远端处的倍率色差被过度地校正,这不是优选的。当透镜单元L_n的负焦距变长以使得条件表达式(2)的比率降至低于条件表达式(2)的下限时(当负焦距的绝对值变大时),变得难以令人满意地校正望远端处的倍率色差,这不是优选的。

[0057] 更优选的是如下设定条件表达式(1)和(2)的数值范围。

[0058] $0.25 < f_1/f_t < 0.42 \cdots (1a)$

[0059] $-0.13 < f_n/f_t < -0.07 \cdots (2a)$

[0060] 还更优选的是如下设定条件表达式(1a)和(2a)的数值范围。

[0061] $0.30 < f_1/f_t < 0.39 \cdots (1b)$

[0062] $-0.12 < f_n/f_t < -0.08 \cdots (2b)$

[0063] 通过上述配置,可以获得具有短的总透镜长度的变焦透镜,其中在望远端处令人满意地校正色差。

[0064] 在每个实施例中,更优选的是满足以下条件表达式中的至少一个。

[0065] 包括在透镜单元L_n中的所有负透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值由“v_{dnave}”表示。包括在第一透镜单元L1中的所有正透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值由“v_{d1pave}”表示。在广角端处的透镜单元L_n中从最靠近像侧的透镜表面到旁轴像面(paraxial image plane)的在光轴上的距离由L_{nwi}表示,并且在望远端处的透镜单元L_n中从最靠近像侧的透镜表面到旁轴像面的在光轴上的距离由L_{nti}表示。

[0066] 第一正透镜的焦距由f₁₁表示,并且第二正透镜的焦距由f₁₂表示。透镜单元L_n从物侧到像侧依次包括两个负透镜,即,具有负折光力的n₁透镜和具有负折光力的n₂透镜,并且n₁透镜的焦距和n₂透镜的焦距分别由f_{n1}和f_{n2}表示。变焦透镜在广角端处的焦距由“f_w”

表示。透镜单元Ln在广角端处的横向倍率由“ β_{wn} ”表示,并且透镜单元Ln在望远端处的横向倍率由“ β_{tn} ”表示。

[0067] 此时,优选的是满足以下条件表达式中的至少一个。

[0068] $65 < v_{dnave} \cdots (3)$

[0069] $70 < v_{dlpave} \cdots (4)$

[0070] $0.05 < L_{nwi}/L_{nti} < 0.25 \cdots (5)$

[0071] $0.70 < f_{11}/f_{12} < 1.20 \cdots (6)$

[0072] $0.60 < f_{n1}/f_{n2} < 1.30 \cdots (7)$

[0073] $3.5 < f_t/f_w < 8.0 \cdots (8)$

[0074] $1.20 < \beta_{tn}/\beta_{wn} < 3.00 \cdots (9)$

[0075] 接下来,描述上述条件表达式的技术含义。

[0076] 条件表达式(3)适当地定义了包括在透镜单元Ln中的所有负透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值,以令人满意地校正望远端处的倍率色差。通过设定包括在透镜单元Ln中的所有负透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值以使得平均值不降至低于条件表达式(3)的下限,来令人满意地校正望远端处的倍率色差。

[0077] 条件表达式(4)适当地定义了包括在第一透镜单元L1中的所有正透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值,以令人满意地校正望远端处的轴向色差和倍率色差。通过设定包括在第一透镜单元L1中的所有正透镜的材料相对于d线的阿贝数的平均值以使得该平均值不降至低于条件表达式(4)的下限,来令人满意地校正望远端处的轴向色差和倍率色差。

[0078] 条件表达式(5)适当地定义了广角端处的透镜单元Ln中从最靠近像侧的透镜表面到旁轴像面的在光轴上的距离(后焦距),以及在望远端处的透镜单元Ln中从最靠近像侧的透镜表面到旁轴像面的在光轴上的距离。当广角端处的后焦距变长或望远端处的后焦距变短以使得条件表达式(5)的比率超过条件表达式(5)的上限时,变得难以校正广角端和望远端两处的倍率色差。当望远端处的后焦距变长以使得条件表达式(5)的比率降至低于条件表达式(5)的下限时,望远端处的总透镜长度变长,因此变得难以实现缩小尺寸。

[0079] 条件表达式(6)适当地定义了包括在第一透镜单元L1中的第一正透镜和第二正透镜的焦距。当第一正透镜的焦距变长以使得条件表达式(6)的比率超过条件表达式(6)的上限时,变得难以令人满意地校正望远端处的轴向色差和倍率色差。当第一正透镜的焦距变短以使得条件表达式(6)的比率降至低于条件表达式(6)的下限时,变得难以令人满意地校正望远端处的球面像差。

[0080] 条件表达式(7)适当地定义了包括在透镜单元Ln中的n1透镜和n2透镜的焦距。当n2透镜的负焦距变短以使得条件表达式(7)的比率超过条件表达式(7)的上限时,望远端处的倍率色差被过度地校正,这不是优选的。当n2透镜的负焦距变长以使得条件表达式(7)的比率降至低于条件表达式(7)的下限时,变得难以令人满意地校正望远端处的倍率色差。

[0081] 条件表达式(8)定义了变焦透镜的变焦比。通过防止变焦比超过条件表达式(8)的上限值,在整个变焦范围内保持高的光学性能的同时,缩小变焦透镜的尺寸。通过防止变焦比降至低于条件表达式(8)的下限值,在各种摄影场景下获得适当的摄影视角。

[0082] 条件表达式(9)适当地定义了透镜单元Ln在望远端处的横向倍率以及透镜单元Ln在广角端处的横向倍率。当透镜单元Ln在望远端处的横向倍率变大以使得条件表达式(9)

的比率超过条件表达式 (9) 的上限值时,变得难以令人满意地校正望远端处的倍率色差。当透镜单元Ln在望远端处的横向倍率变小以使得条件表达式 (9) 的比率降至低于条件表达式 (9) 的下限值时,变得难以减小望远端处的总透镜长度。

[0083] 在每个实施例中,优选的是如下设定条件表达式 (3) 至 (9) 的数值范围。

[0084] $68 < \text{vdnave} \cdots (3a)$

[0085] $75 < \text{vdlpave} \cdots (4a)$

[0086] $0.08 < \text{Lnwi}/\text{Lnti} < 0.22 \cdots (5a)$

[0087] $0.75 < f_{11}/f_{12} < 1.15 \cdots (6a)$

[0088] $0.65 < f_{n1}/f_{n2} < 1.25 \cdots (7a)$

[0089] $4.0 < f_t/f_w < 7.0 \cdots (8a)$

[0090] $1.50 < \beta_{tn}/\beta_{wn} < 2.50 \cdots (9a)$

[0091] 而且,进一步优选的是如下设定条件表达式 (3a) 至 (9a) 的数值范围。这样,能够最大程度地获得上述每个条件表达式表示的效果。

[0092] $73 < \text{vdnave} \cdots (3b)$

[0093] $80 < \text{vdlpave} \cdots (4b)$

[0094] $0.12 < \text{Lnwi}/\text{Lnti} < 0.19 \cdots (5b)$

[0095] $0.80 < f_{11}/f_{12} < 1.12 \cdots (6b)$

[0096] $0.70 < f_{n1}/f_{n2} < 1.20 \cdots (7b)$

[0097] $4.5 < f_t/f_w < 6.0 \cdots (8b)$

[0098] $1.70 < \beta_{tn}/\beta_{wn} < 2.30 \cdots (9b)$

[0099] 在每个实施例中,通过如上所述构造每个组件来获得望远端处的色差被令人满意地校正的小型变焦透镜。

[0100] 在每个实施例中,具有负折光力的第二透镜单元L2或第二透镜单元L2中的一部分可以被移动以便在与光轴正交的方向上具有分量,从而在与光轴正交的方向上使图像偏移。这样,当整个光学系统(变焦透镜)振动(倾斜)时,变得更容易校正所拍摄图像的模糊(图像模糊)。

[0101] 在每个实施例中,在当通过在与光轴正交的方向上移动第二透镜单元L2或其一部分来执行图像模糊校正时的移动方法可以是任何移动方法,只要第二透镜单元L2或其一部分被移动以在与光轴正交的方向上具有分量。例如,当允许镜筒复杂时,可以旋转第二透镜单元L2或其一部分以便在光轴上具有旋转中心,从而执行图像模糊校正。此外,可以在第三透镜单元L3中执行图像模糊校正。更进一步,可以通过同时移动多个透镜单元或透镜单元的一部分来执行图像模糊校正。

[0102] 在如每个实施例中那样在望远端处具有较长焦距的这种变焦透镜中,期望每个透镜单元由从物侧到像侧依次布置的以下透镜构造。在下文中,除非另有说明,否则假定每个透镜单元从物侧到像侧依次布置。

[0103] 第一透镜单元L1优选的是包括具有正折光力的透镜11(以下简称为“正透镜11”)以及通过将正透镜12与具有负折光力的透镜13(以下简称为“负透镜13”)胶合而获得的胶合透镜。具体地,在实施例1、实施例3和实施例4中,第一透镜单元L1优选的是由正透镜11和通过将正透镜12和负透镜13胶合而获得的胶合透镜组成。可替代地,如在实施例2中那样,

第一透镜单元L1优选的是由正透镜11、通过将正透镜12和负透镜13胶合而获得的胶合透镜以及正透镜14组成。

[0104] 通过以这种方式构造第一透镜单元L1,变得更容易令人满意地校正望远端处的球面像差、轴向色差和倍率色差。

[0105] 在实施例1和实施例2中,第二透镜单元L2由负透镜21和通过将负透镜22和正透镜23胶合而获得的胶合透镜组成。在实施例3和实施例4中,第二透镜单元L2优选的是由通过将正透镜21和负透镜22胶合而获得的胶合透镜、负透镜23以及通过将负透镜24和正透镜25胶合而获得的胶合透镜组成。通过以这种方式构造第二透镜单元L2,变得更容易令人满意地校正广角端处的场曲(curvature of field)和倍率色差。

[0106] 第三透镜单元L3优选的是由正透镜31以及通过将正透镜32和负透镜33胶合而获得的胶合透镜组成。通过以这种方式构造第三透镜单元L3,变得更容易令人满意地在整个变焦范围内校正球面像差和轴向色差。

[0107] 在实施例1中,第四透镜单元L4由通过将负透镜41和正透镜42胶合而获得的胶合透镜组成。在实施例2、实施例3和实施例4中,

[0108] 第四透镜单元L4优选的是由负透镜41组成。此外,负透镜41优选的是具有凹面朝着物侧的形状。通过以这种方式构造第四透镜单元L4,变得更容易令人满意地在整个变焦范围内校正球面像差。此外,变得更容易在整个变焦范围内抑制球面像差在聚焦期间的变化。

[0109] 在实施例1和实施例2中,第五透镜单元L5优选的是由正透镜51、通过将正透镜52和负透镜53胶合而获得的胶合透镜以及正透镜54组成。在实施例3和实施例4中,第五透镜单元L5优选的是由正透镜51以及通过将正透镜52和负透镜53胶合而获得的胶合透镜组成。通过以这种方式构造第五透镜单元L5,变得更容易令人满意地在整个变焦范围内校正球面像差、彗差(coma)和轴向色差。

[0110] 第六透镜单元L6优选的是由通过将正透镜61和负透镜62胶合而获得的胶合透镜组成。此外,负透镜62优选的是具有凹面朝着像侧的形状。通过以这种方式构造第六透镜单元L6,变得更容易令人满意地在整个变焦范围内校正彗差和像曲。此外,变得更容易在整个变焦范围内抑制轴向色差或倍率色差在聚焦期间的变化。

[0111] 第七透镜单元L7优选的是由通过将正透镜71和负透镜72胶合而获得的胶合透镜组成。通过以这种方式构造第七透镜单元L7,变得更容易令人满意地校正特别是在望远端处的倍率色差。

[0112] 第八透镜单元L8优选的是由通过将负透镜81、负透镜82和正透镜83胶合而获得的胶合透镜组成。通过以这种方式构造第八透镜单元L8,变得更容易令人满意地校正特别是在望远端处的倍率色差。

[0113] 在实施例4中,第九透镜单元L9优选的是由负透镜91组成。通过以这种方式构造第九透镜单元L9,变得更容易令人满意地在整个变焦范围内校正像曲。

[0114] 根据每个实施例,通过上述配置,变得更容易获得其中在望远端处的色差被令人满意地校正的紧凑变焦透镜。

[0115] 接下来,参考图9,描述使用根据本发明的实施例的变焦透镜作为图像拾取光学系统的数字相机的示例。在图9中,例示了相机主体10和由根据实施例1至实施例4中的任何一

个的变焦透镜构造的图像拾取光学系统11。诸如CCD传感器或CMOS传感器之类的图像拾取元件(光电转换元件)12被并入到相机主体中,并且被配置成接收由图像拾取光学系统11形成的物体图像。透镜装置(图像拾取装置)13包括图像拾取光学系统11。

[0116] 尽管已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解的是本发明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,以便涵盖所有这种修改以及等同的结构和功能。

[0117] 包括多个透镜单元的后透镜组LR的配置不限于实施例中例示的后透镜组LR由四个或五个透镜单元组成的配置。当变焦透镜包括相对地在变焦透镜的像侧、具有满足条件表达式(2)的负折光力的透镜单元时,后透镜组LR可以由三个或更少透镜单元或者六个或更多透镜单元组成。

[0118] 接下来,描述与本发明的实施例1至实施例4相对应的数值实施例1至数值实施例4。在每个实施例中,“i”表示从物侧计起的表面的次序,“ r_i ”表示透镜表面的曲率半径,“ d_i ”表示透镜厚度或第i个表面与第(i+1)个表面之间的空气间隙,并且“ n_{di} ”和“ v_{di} ”分别表示第i个表面和第(i+1)个表面之间的光学介质相对于d线的折射率和阿贝数。

[0119] 在每个数值实施例中,最后两个表面是诸如滤光器或面板之类的光学块的表面。

[0120] 在每个实施例中,后焦距(BF)与从最后的透镜表面到旁轴像面的光轴上距离相对应,并且该距离由空气等效长度表示。通过将后焦距加到从最靠近物侧的表面到最后的透镜表面的距离上,获得总透镜长度。而且,表1中示出了每个数值实施例与以上给出的条件表达式之间的对应。

[0121] 数值实施例1

[0122] 单位:mm

[0123] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1	125.878	13.66	1.49700	81.5
	2	-394.145	0.23		
	3	173.206	12.00	1.43875	94.7
	4	-260.097	2.40	1.88300	40.8
	5	629.720	(可变)		
	6	-557.143	1.50	1.77250	49.6
	7	68.411	5.00		
	8	-103.764	1.50	1.49700	81.5
[0124]	9	63.855	5.00	1.71736	29.5
	10	-4,870.716	(可变)		
	11	44.113	7.60	1.43875	94.7
	12	-131.977	0.15		
	13	70.184	5.30	1.51742	52.4
	14	-149.068	1.60	1.91082	35.3
	15	227.603	2.50		
	16 (光阑)	∞	(可变)		
	17	-39.659	1.00	1.77250	49.6
	18	120.000	3.00	1.58144	40.8

	19	-201.574	(可变)		
	20	-188.106	4.15	1.59551	39.2
	21	-36.089	10.00		
	22	179.927	5.00	1.48749	70.2
	23	-33.258	1.20	2.00100	29.1
	24	-72.041	0.20		
	25	40.646	3.00	1.51633	64.1
	26	264.879	(可变)		
	27	-220.976	3.10	1.80518	25.4
	28	-38.213	1.20	1.80400	46.5
[0125]	29	37.945	(可变)		
	30	62.413	6.09	1.51823	58.9
	31	-39.273	1.60	1.92286	20.9
	32	-48.247	(可变)		
	33	-66.555	1.45	1.59522	67.7
	34	56.205	3.50		
	35	-121.798	1.50	1.49700	81.5
	36	42.015	5.73	1.67300	38.3
	37	-880.714	(可变)		
	38	∞	1.00	1.51633	64.1
	39	∞	1.00		
	像面	∞			
[0126]	各种数据				
	变焦比	5.83			
		广角	中间	望远	
[0127]	焦距	103.00	248.70	600.00	
	F 数	4.60	5.85	6.80	
	半视角 (度)	11.86	4.97	2.07	
	像高	21.64	21.64	21.64	

	总透镜长度	238.44	305.28	331.62
	BF	13.96	30.69	82.37
	d5	4.00	70.84	97.18
	d10	41.59	33.92	1.35
[0128]	d16	7.17	11.92	13.23
	d19	8.67	3.91	2.61
	d26	13.52	6.58	2.00
	d29	9.20	16.14	20.72
	d32	30.16	21.11	2.00
	d37	12.30	29.03	80.71
[0129]	透镜单元数据			
	单元	第一表面	焦距	
	1	1	207.63	
	2	6	-71.99	
	3	11	69.87	
[0130]	4	17	-55.38	
	5	20	42.72	
	6	27	-40.02	
	7	30	59.31	
	8	33	-54.02	
[0131]	单个透镜数据			
	透镜	第一表面	焦距	
	1	1	193.66	
	2	3	238.99	
[0132]	3	4	-208.20	
	4	6	-78.79	
	5	8	-79.30	

	6	9	87.90		
	7	11	76.36		
	8	13	92.99		
	9	14	-98.69		
	10	17	-38.48		
	11	18	129.81		
	12	20	74.23		
	13	22	58.03		
[0133]	14	23	-62.69		
	15	25	92.57		
	16	27	56.95		
	17	28	-23.52		
	18	30	47.49		
	19	31	-250.21		
	20	33	-50.97		
	21	35	-62.66		
	22	36	59.74		
[0134]	数值实施例2				
[0135]	单位:mm				
[0136]	表面数据				
	表面编号	r	d	nd	vd
	1	134.914	9.79	1.49700	81.5
	2	-6,721.245	0.23		
	3	137.154	12.00	1.43875	94.7
[0137]	4	-425.440	2.40	1.88300	40.8
	5	298.947	2.00		
	6	268.064	6.50	1.49700	81.5
	7	-999.736	(可变)		

	8	-857.743	1.50	1.77250	49.6
	9	60.559	5.50		
	10	-91.937	1.50	1.49700	81.5
	11	60.619	5.00	1.71736	29.5
	12	-1,482.613	(可变)		
	13	49.993	7.60	1.43875	94.7
	14	-102.834	0.15		
	15	80.657	5.00	1.51742	52.4
	16	-155.188	1.60	1.91082	35.3
	17	511.702	2.50		
	18 (光阑)	∞	(可变)		
	19	-42.764	1.30	1.77250	49.6
	20	-92,692.282	(可变)		
	21	-188.510	4.03	1.59551	39.2
[0138]	22	-37.719	5.58		
	23	257.937	4.62	1.48749	70.2
	24	-36.110	1.20	2.00100	29.1
	25	-76.229	0.20		
	26	45.741	3.00	1.51633	64.1
	27	233.297	(可变)		
	28	-419.106	3.17	1.80518	25.4
	29	-38.129	1.20	1.80400	46.5
	30	39.290	(可变)		
	31	64.867	5.46	1.51823	58.9
	32	-34.694	1.60	1.92286	20.9
	33	-45.897	(可变)		
	34	-81.065	1.45	1.53775	74.7
	35	57.898	3.50		
	36	-130.610	1.50	1.49700	81.5
	37	65.180	3.50	1.73800	32.3

	38	584.985	(可变)		
[0139]	39	∞	1.00	1.51633	64.1
	40	∞	1.00		
	像面	∞			
[0140]	各种数据				
	变焦比	5.83			
		广角	中间	望远	
	焦距	103.00	248.50	600.00	
	F 数	4.60	5.85	6.80	
	半视角 (度)	11.86	4.98	2.07	
	像高	21.64	21.64	21.64	
	总透镜长度	241.66	305.61	331.66	
	BF	17.57	37.01	97.33	
[0141]					
	d7	2.00	63.58	86.90	
	d12	41.59	35.60	1.35	
	d18	5.54	9.90	10.19	
	d20	12.06	7.70	7.41	
	d27	14.35	5.60	2.00	
	d30	7.56	16.31	19.91	
	d33	36.42	25.33	2.00	
	d38	15.91	35.35	95.67	
[0142]	透镜单元数据				
	单元	第一表面	焦距		
	1	1	187.17		
[0143]	2	8	-66.90		
	3	13	66.06		
	4	19	-55.38		

	5	21	46.08
[0144]	6	28	-44.55
	7	31	61.55
	8	34	-57.39
[0145]	单个透镜数据		
	透镜	第一表面	焦距
	1	1	266.24
	2	3	237.94
	3	4	-198.53
	4	6	426.05
	5	8	-73.17
	6	10	-73.27
	7	11	81.29
	8	13	77.85
	9	15	103.32
	10	16	-130.58
[0146]	11	19	-55.38
	12	21	78.40
	13	23	65.31
	14	24	-69.58
	15	26	109.60
	16	28	51.90
	17	29	-23.90
	18	31	44.45
	19	32	-165.35
	20	34	-62.58
	21	36	-87.27
	22	37	99.11
[0147]	数值实施例3		
[0148]	单位:mm		
[0149]	表面数据		

表面编号	r	d	nd	vd
1	139.899	11.00	1.49700	81.5
2	-725.218	0.50		
3	137.265	9.80	1.43875	94.7
4	-864.666	2.40	1.83481	42.7
5	266.138	(可变)		
6	116.936	5.20	1.57501	41.5
7	-98.739	1.30	1.77250	49.6
8	90.713	3.40		
9	-1,515.584	1.70	1.77250	49.6
10	111.336	1.70		
11	2,482.774	1.70	1.49700	81.5
12	65.651	4.00	1.63980	34.5
13	349.948	(可变)		
14	57.517	6.50	1.43875	94.7
15	-130.235	0.15		
16	105.689	5.00	1.51823	58.9
17	-136.115	1.60	1.83481	42.7
18	-1,116.555	2.50		
19 (光阑)	∞	(可变)		
20	-52.949	1.50	1.77250	49.6
21	-1,031.670	(可变)		
22	282.299	4.99	1.58144	40.8
23	-51.259	7.96		
24	61.917	5.47	1.48749	70.2
25	-47.586	1.20	2.00100	29.1

[0150]

	26	-127.040	(可变)		
	27	-12,810.854	2.74	1.80518	25.4
	28	-59.209	1.20	1.80400	46.5
	29	40.324	(可变)		
	30	65.917	4.88	1.51823	58.9
	31	-46.560	1.60	1.92286	20.9
	32	-62.745	(可变)		
[0151]	33	-232.616	1.45	1.59282	68.6
	34	45.680	4.20		
	35	-78.865	1.50	1.49700	81.5
	36	47.251	5.27	1.72047	34.7
	37	-812.592	(可变)		
	38	∞	1.00	1.51633	64.1
	39	∞	1.00		
	像面	∞			
[0152]	各种数据				
	变焦比	5.69			
		广角	中间	望远	
	焦距	123.00	293.00	700.00	
	F 数	4.60	5.85	8.00	
	半视角 (度)	9.98	4.22	1.77	
	像高	21.64	21.64	21.64	
[0153]	总透镜长度	246.28	322.64	370.48	
	BF	14.01	44.69	107.78	
	d5	1.50	74.51	118.12	
	d13	45.00	31.94	1.35	
	d19	6.30	11.18	10.01	
	d21	8.70	3.83	5.00	

	d26	11.48	4.00	1.20
[0154]	d29	12.33	19.81	22.62
	d32	44.54	30.26	2.00
	d37	12.35	43.03	106.12
[0155]	透镜单元数据			
	单元	第一表面	焦距	
	1	1	247.49	
	2	6	-80.80	
	3	14	70.63	
[0156]	4	20	-72.30	
	5	22	55.88	
	6	27	-50.04	
	7	30	72.81	
	8	33	-62.05	
[0157]	单个透镜数据			
	透镜	第一表面	焦距	
	1	1	236.97	
	2	3	270.80	
	3	4	-243.54	
	4	6	93.93	
	5	7	-61.02	
[0158]	6	9	-134.20	
	7	11	-135.71	
	8	12	125.62	
	9	14	91.90	
	10	16	115.62	
	11	17	-185.82	
	12	20	-72.30	

	13	22	75.02		
	14	24	56.11		
	15	25	-76.59		
	16	27	73.87		
[0159]	17	28	-29.68		
	18	30	53.44		
	19	31	-205.33		
	20	33	-64.28		
	21	35	-59.22		
	22	36	62.14		
[0160]	数值实施例4				
[0161]	单位:mm				
[0162]	表面数据				
	表面编号	r	d	nd	vd
	1	132.456	10.00	1.49700	81.5
	2	-625.423	0.50		
	3	145.081	9.10	1.43875	94.7
	4	-565.251	2.40	1.83481	42.7
	5	286.490	(可变)		
	6	125.458	5.20	1.57501	41.5
[0163]	7	-101.387	1.30	1.77250	49.6
	8	111.773	3.40		
	9	2,034.061	1.70	1.77250	49.6
	10	105.701	2.70		
	11	-421.286	1.70	1.49700	81.5
	12	67.536	3.50	1.63980	34.5
	13	303.714	(可变)		
	14	64.721	6.00	1.43875	94.7

	15	-144.502	0.15		
	16	122.285	4.70	1.51823	58.9
	17	-136.115	1.60	1.83481	42.7
	18	-503.340	2.50		
	19 (光阑)	∞	(可变)		
	20	-60.867	1.50	1.77250	49.6
	21	2,445.612	(可变)		
	22	115.544	6.50	1.58144	40.8
	23	-58.890	4.31		
	24	72.494	5.34	1.48749	70.2
	25	-49.206	1.20	2.00100	29.1
	26	-155.810	(可变)		
	27	-2,965.051	2.98	1.80518	25.4
[0164]	28	-53.617	1.20	1.80400	46.5
	29	43.670	(可变)		
	30	66.451	5.41	1.51823	58.9
	31	-41.564	1.60	1.92286	20.9
	32	-58.619	(可变)		
	33	-200.908	1.45	1.59282	68.6
	34	55.617	3.50		
	35	-97.132	1.50	1.49700	81.5
	36	50.159	5.00	1.72047	34.7
	37	-600.974	(可变)		
	38	-69.214	1.80	1.65160	58.5
	39	-133.310	(可变)		
	40	∞	1.00	1.51633	64.1
	41	∞	0.50		
	像面	∞			
[0165]	各种数据				

	变焦比	5.30		
		广角	中间	望远
	焦距	122.75	282.00	650.00
	F 数	4.60	5.85	8.00
	半视角 (度)	10.00	4.39	1.91
	像高	21.64	21.64	21.64
	总透镜长度	252.02	324.42	363.59
	BF	10.22	17.42	31.79
[0166]	d5	1.50	69.46	109.38
	d13	46.47	34.36	2.44
	d19	7.61	13.81	13.05
	d21	11.16	4.97	5.72
	d26	11.98	3.69	1.20
	d29	12.53	20.81	23.30
	d32	44.82	30.04	2.00
	d37	6.00	30.13	74.97
	d39	9.06	16.26	30.63
[0167]	透镜单元数据			
	单元	第一表面	焦距	
	1	1	241.00	
	2	6	-81.20	
	3	14	75.72	
	4	20	-76.86	
[0168]	5	22	57.34	
	6	27	-53.56	
	7	30	73.20	
	8	33	-77.42	
	9	38	-223.40	
[0169]	单个透镜数据			

	透镜	第一表面	焦距
	1	1	220.90
	2	3	264.16
	3	4	-227.46
	4	6	98.34
	5	7	-68.64
	6	9	-144.39
	7	11	-116.98
	8	12	134.96
	9	14	102.78
[0170]	10	16	125.07
	11	17	-223.93
	12	20	-76.86
	13	22	68.02
	14	24	61.00
	15	25	-72.25
	16	27	67.79
	17	28	-29.77
	18	30	50.20
	19	31	-162.10
	20	33	-73.32
	21	35	-66.33
	22	36	64.46
	23	38	-223.40
[0171]	表1		

	条件表达式	数值实施例			
		1	2	3	4
[0172]	(1) $0.20 < f_l/f_t < 0.45$	0.346	0.312	0.354	0.371
	(2) $-0.15 < f_n/f_t < -0.05$	-0.090	-0.096	-0.089	-0.119
	(3) $65 < v_{dnave}$	74.6	78.1	75.1	75.1
	(4) $70 < v_{dlpave}$	88.1	85.9	88.1	88.1
	(5) $0.05 < L_{nwi}/L_{nti} < 0.25$	0.169	0.180	0.130	0.169
	(6) $0.70 < f_{l1}/f_{l2} < 1.20$	0.810	1.119	0.875	0.836
	(7) $0.60 < f_{n1}/f_{n2} < 1.30$	0.813	0.717	1.086	1.105
	(8) $3.5 < f_t/f_w < 8.0$	5.83	5.83	5.69	5.30
	(9) $1.20 < \beta_{tn}/\beta_{wn} < 3.00$	1.888	1.978	2.104	1.844

[0173] 根据本发明的实施例,可以实现具有高的变焦比的紧凑变焦透镜,该紧凑变焦透镜具有高的光学性能,使得特别是在望远端处令人满意地校正了色差。

[0174] 尽管已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解的是本发明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便涵盖所有这种修改以及等同的结构和功能。

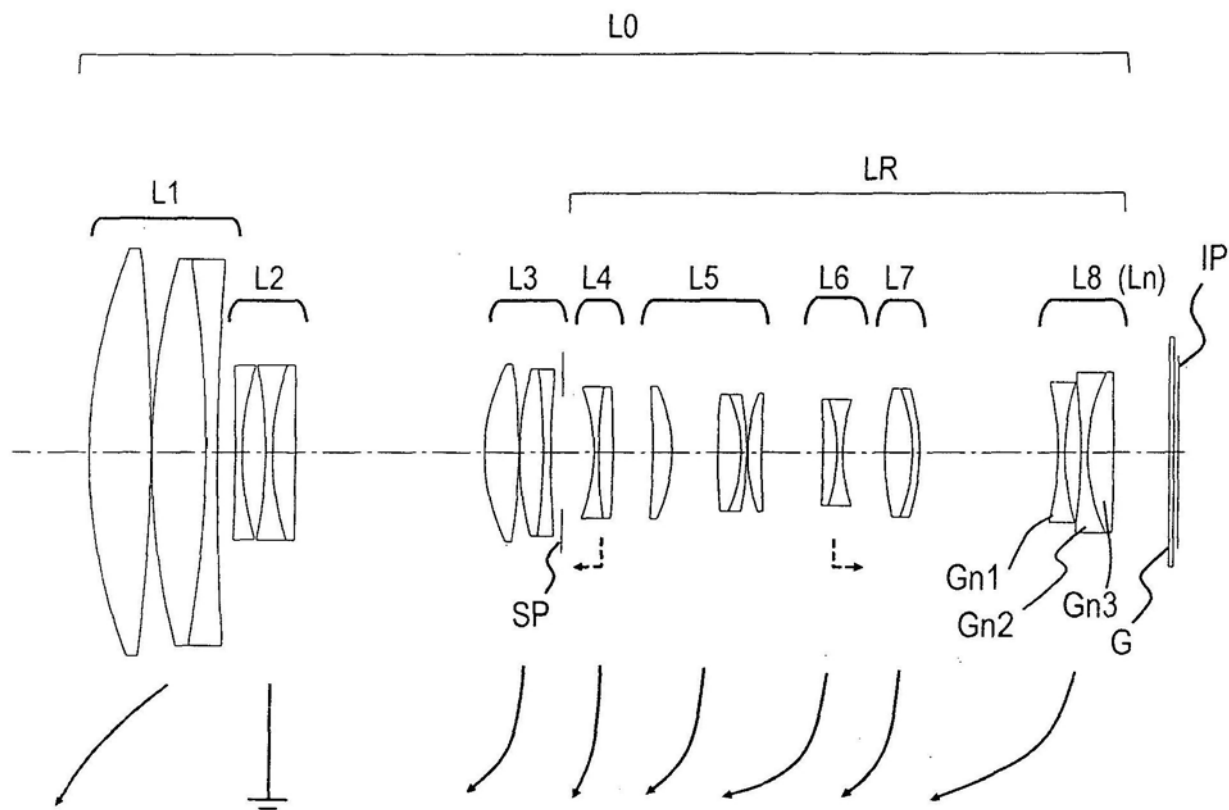


图1

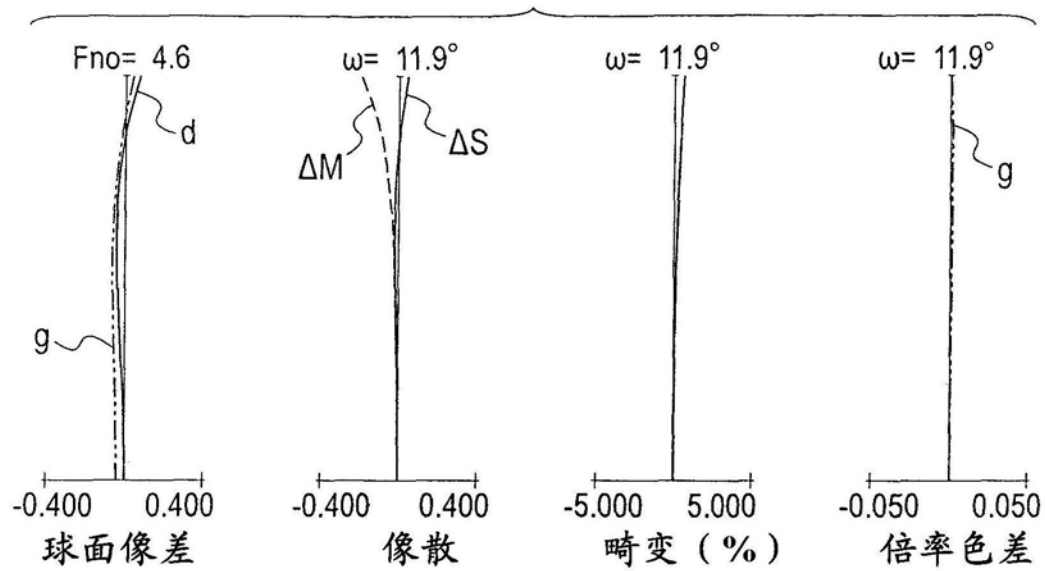


图2A

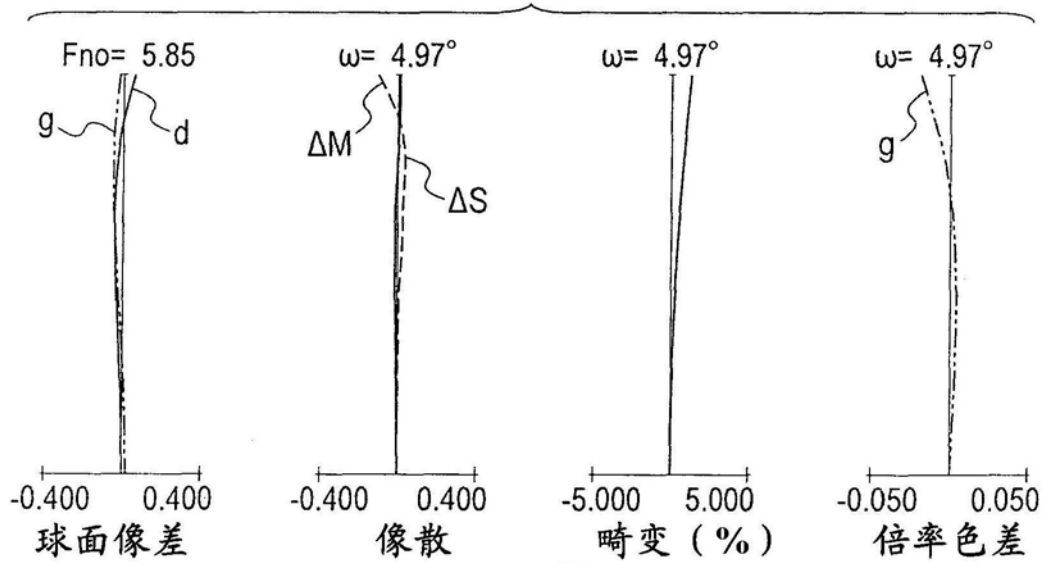


图2B

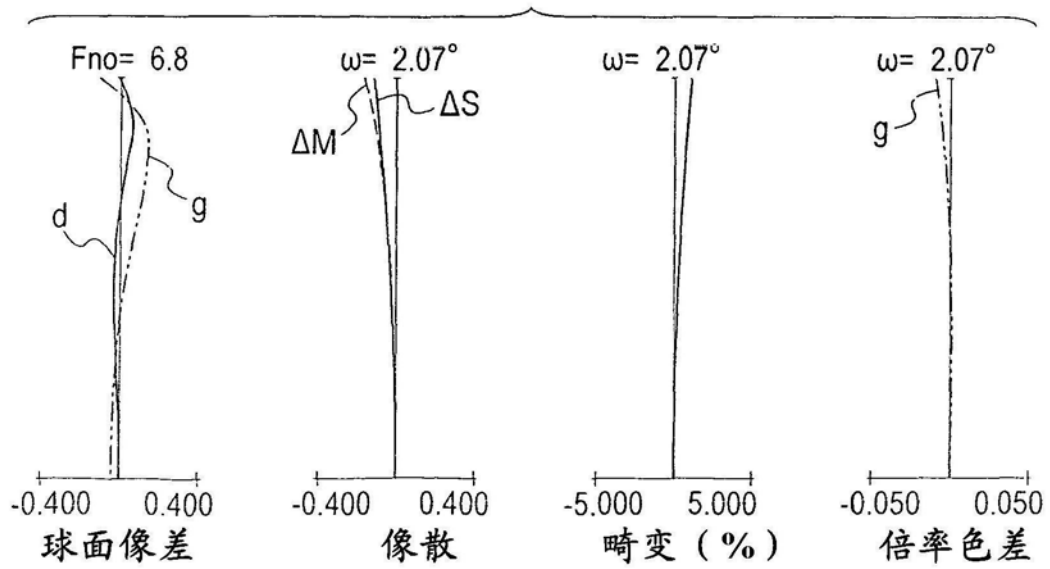


图2C

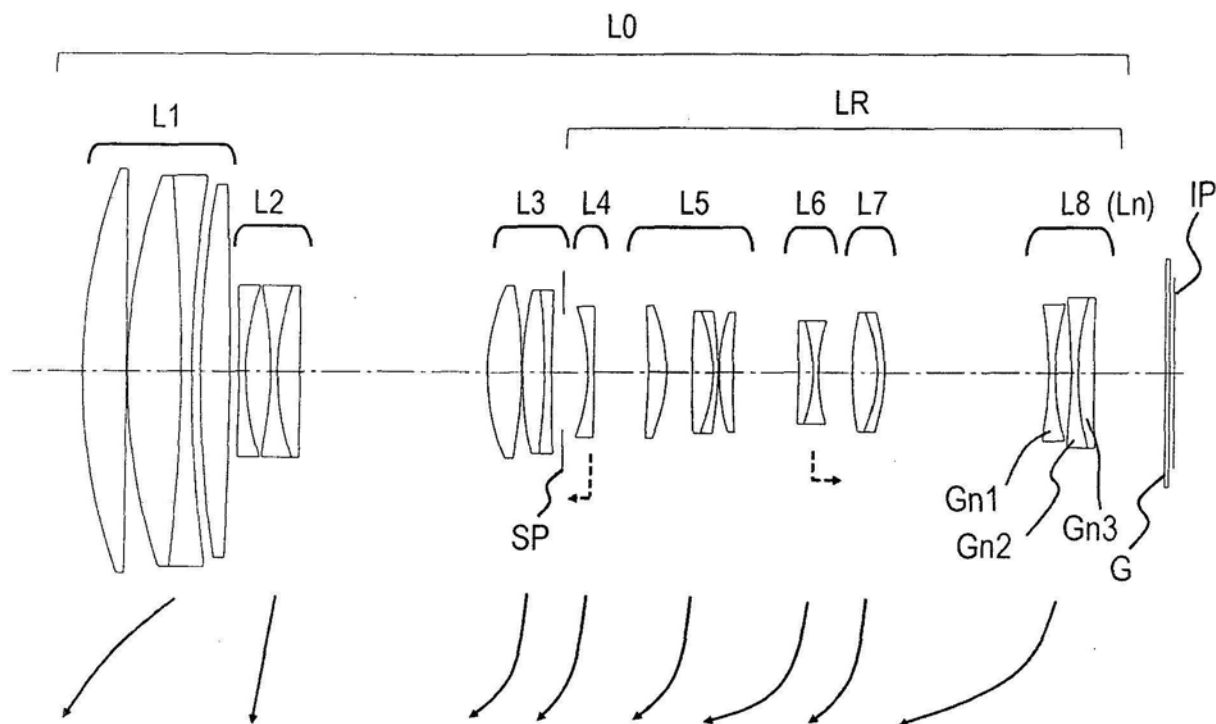


图3

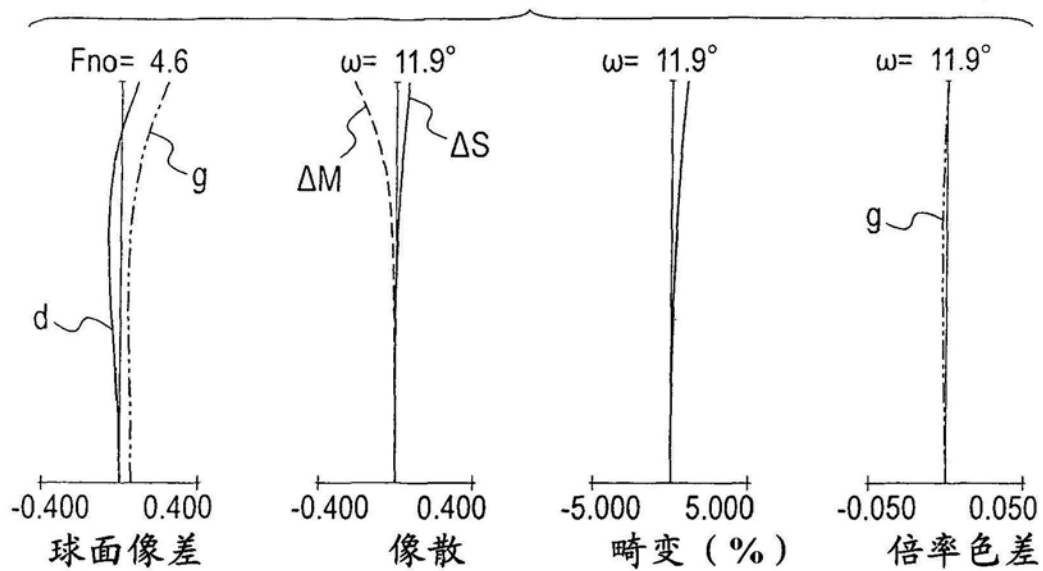


图4A

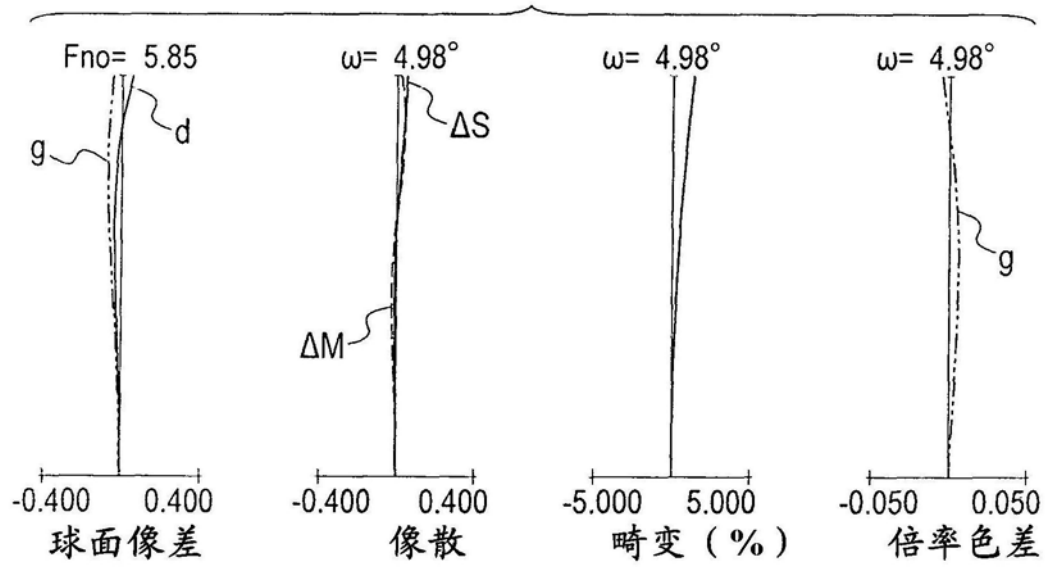


图4B

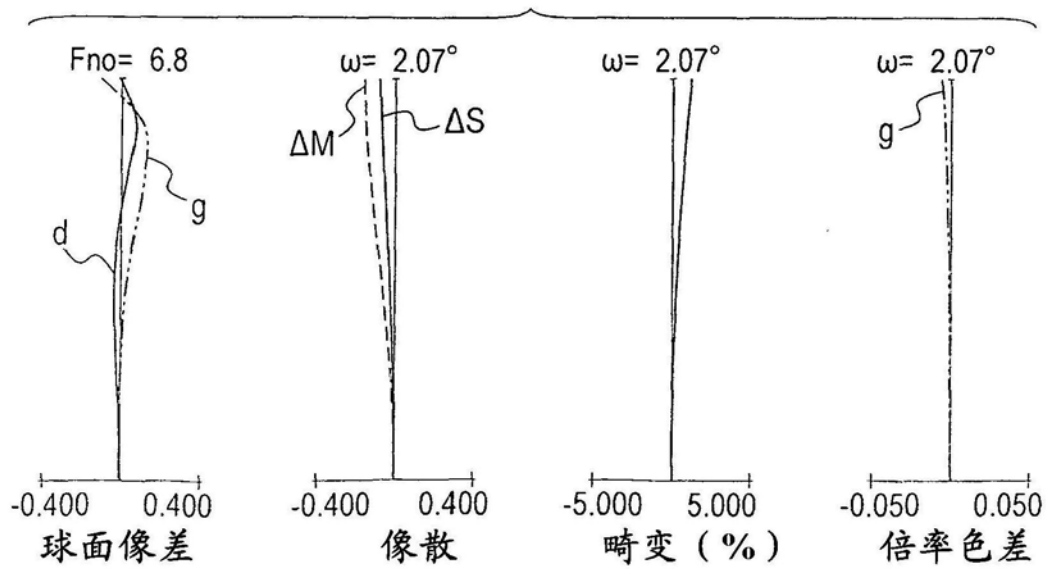


图4C

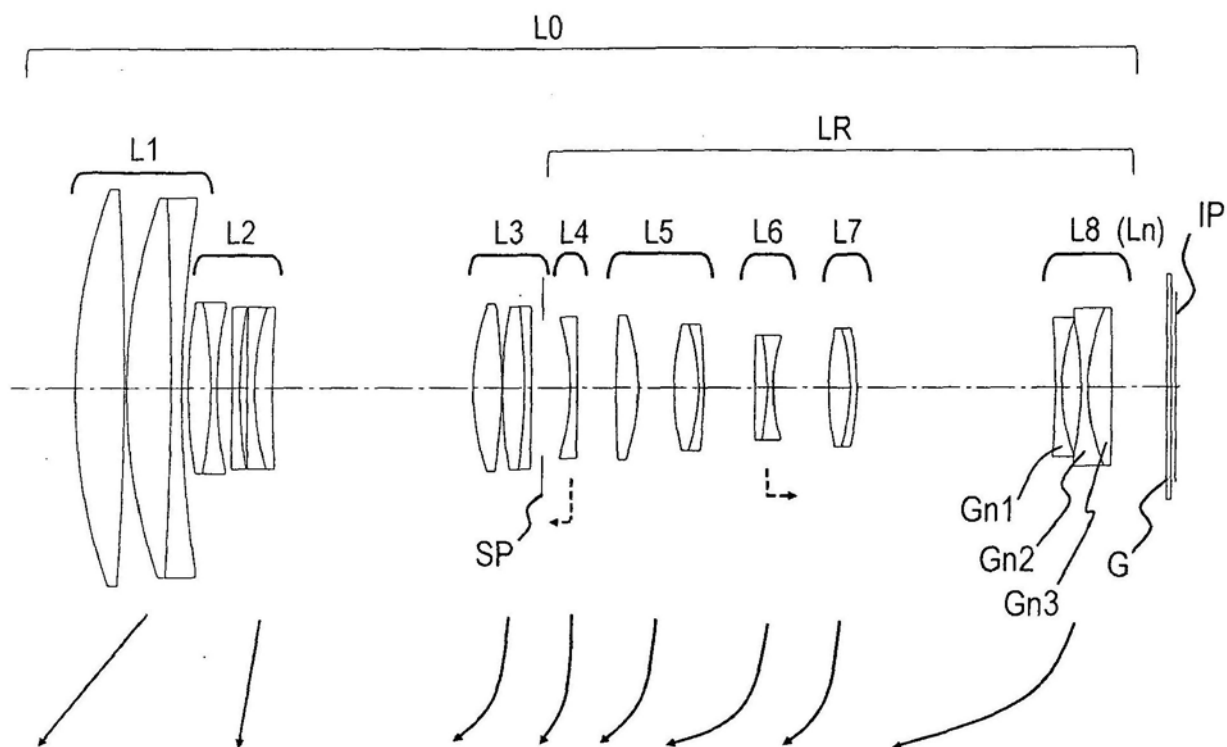


图5

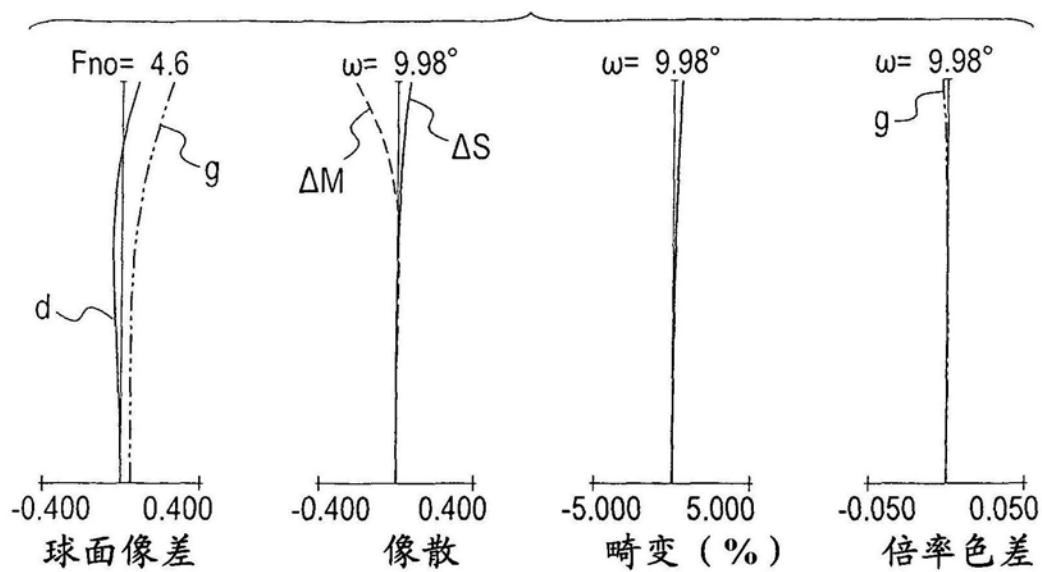


图6A

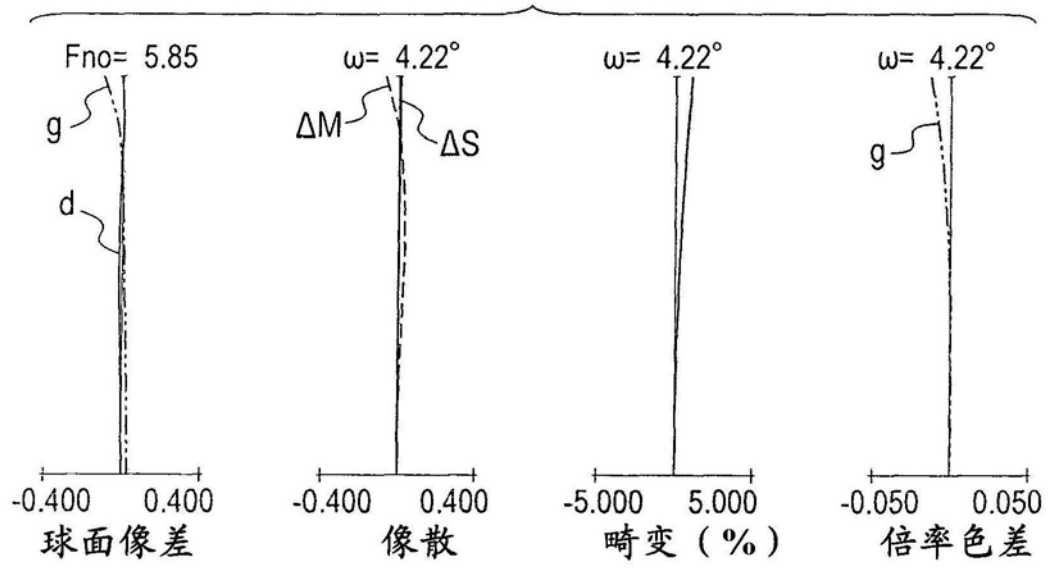


图6B

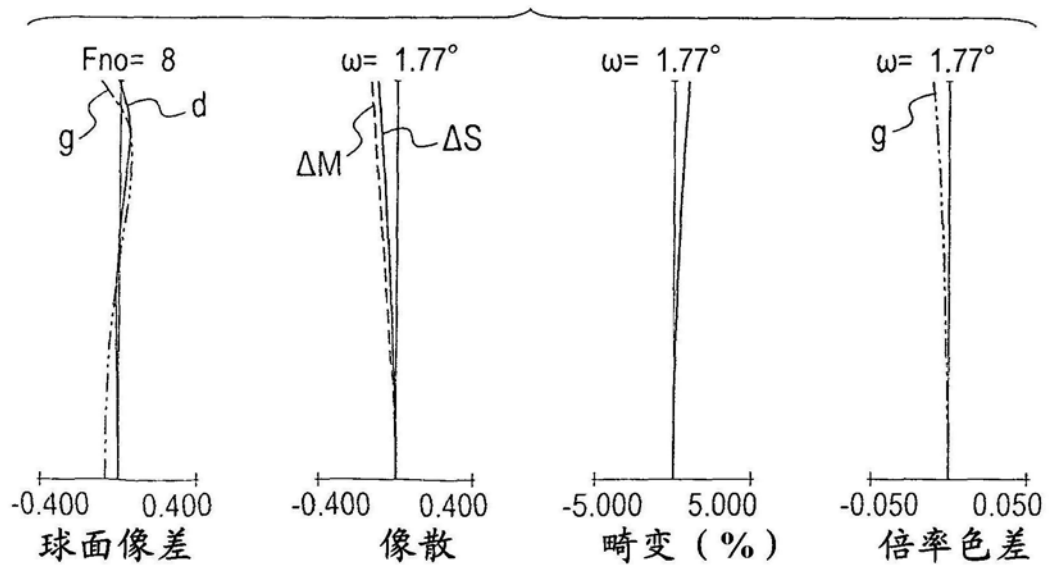


图6C

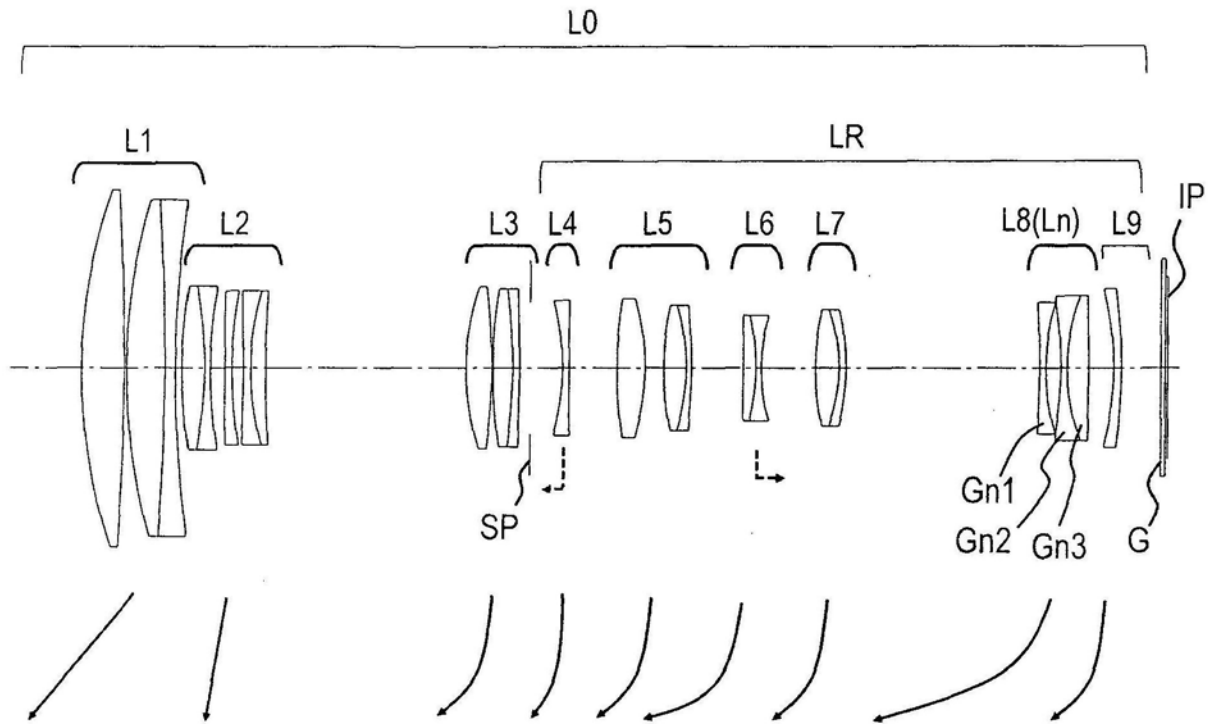


图7

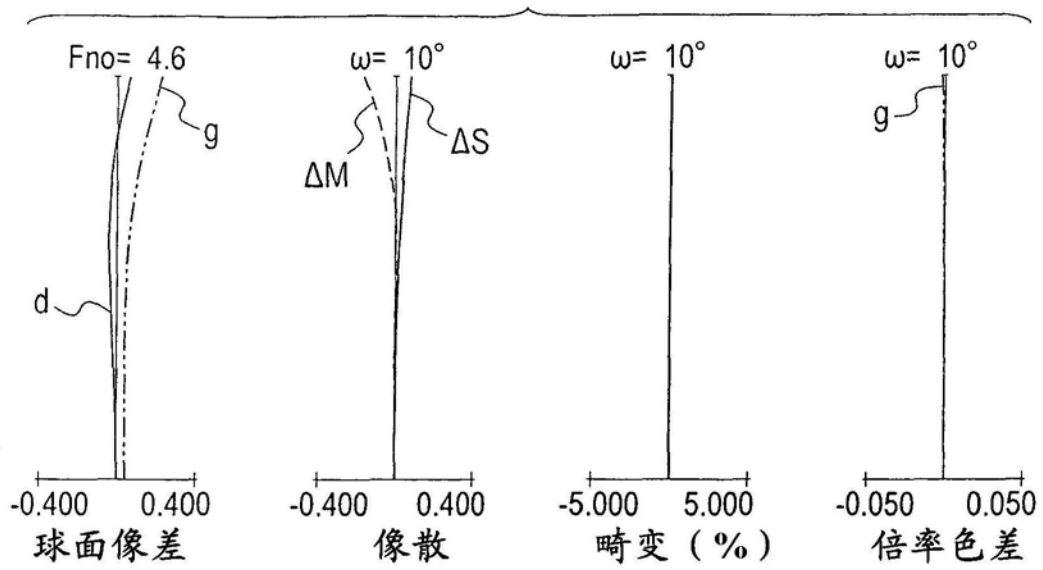


图8A

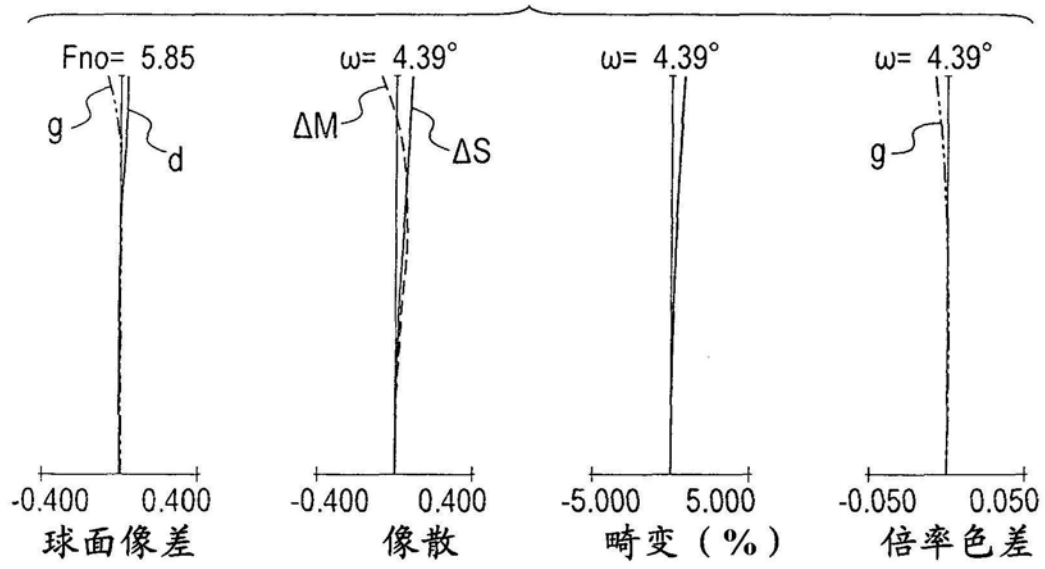


图8B

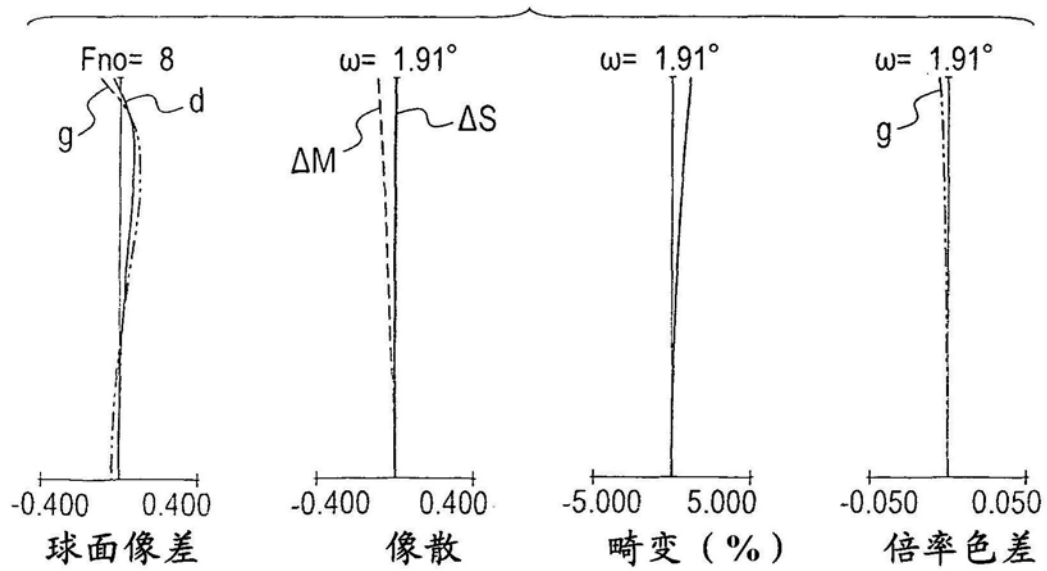


图8C

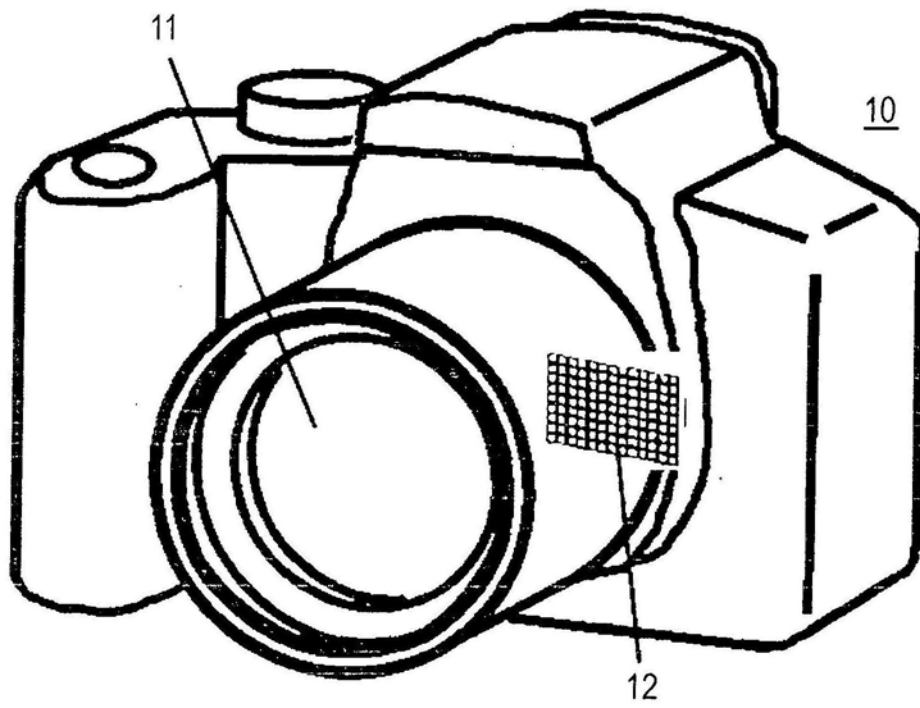


图9