



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102636867 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 15

(21) 申请号 201210027361. 6

G03B 17/12(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 02. 08

(30) 优先权数据

2011-025335 2011. 02. 08 JP

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 铃木笃

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司
责任公司 11219

代理人 孙志湧 安翔

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006. 01)

G02B 17/02(2006. 01)

G02B 3/02(2006. 01)

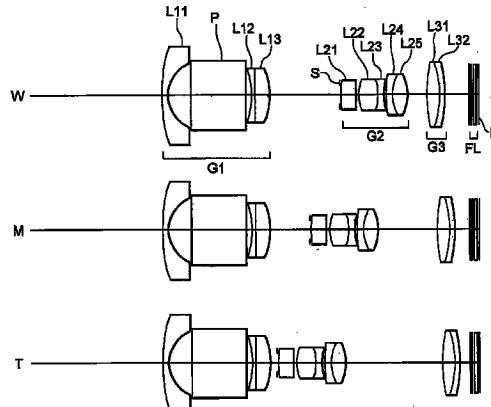
权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 13 页

(54) 发明名称

变焦镜头、光学设备和用于制造变焦镜头的方法

(57) 摘要

本发明涉及变焦镜头、光学设备和用于制造变焦镜头的方法。具有按照从物体侧的次序包括：具有负折射光焦度的第一透镜组(G1)；第二透镜组(G2)；和第三透镜组(G3)，该第一透镜组(G1)按照从物体侧的次序包括具有负折射光焦度的前组和折叠光路的反射光学元件(P)，在从广角端状态(W)到远摄端状态(T)变焦时第一透镜组(G1)的位置被沿着光轴固定，并且满足给定的条件表达式，由此提供一种尺寸减小的变焦镜头，该变焦镜头在通过缩短在最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。



1. 一种变焦镜头,沿着光轴按照从物体侧的次序包括 :

第一透镜组,所述第一透镜组具有负折射光焦度;

第二透镜组;和

第三透镜组,

所述第一透镜组沿着光轴按照从物体侧的次序包括具有负折射光焦度的前组和折叠光路的反射光学元件,

在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第一透镜组的位置被沿着光轴固定,并且满足以下条件表达式:

$$(-f_{1p})/D_p < 0.89$$

其中 f_{1p} 表示所述前组的焦距,并且 D_p 表示所述反射光学元件的光路长度。

2. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中满足以下条件表达式:

$$0.70 < D_{1p}/f_w < 2.00$$

其中 D_{1p} 表示在最物体侧透镜的物体侧透镜表面和所述反射光学元件的物体侧表面之间沿着光轴的距离,并且 f_w 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距。

3. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中满足以下条件表达式:

$$2.16 < D_p/f_w$$

其中 D_p 表示所述反射光学元件的光路长度,并且 f_w 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距。

4. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中所述第二透镜组和所述第三透镜组具有正折射光焦度。

5. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中满足以下条件表达式:

$$0.36 < (-f_1)/f_2 < 1.00$$

其中 f_1 表示所述第一透镜组的焦距,并且 f_2 表示所述第二透镜组的焦距。

6. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中满足以下条件表达式:

$$0.29 < (-f_1 \cdot f_w)/f_t^2 < 0.54$$

其中 f_1 表示所述第一透镜组的焦距, f_w 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距,并且 f_t 表示在远摄端状态中所述变焦镜头的焦距。

7. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中满足以下条件表达式:

$$1.62 < (-f_1)/f_w < 2.99$$

其中 f_1 表示所述第一透镜组的焦距,并且 f_w 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距。

8. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第二透镜组仅仅向物体侧沿着光轴移动,并且所述第三透镜组沿着光轴移动。

9. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中所述第一透镜组沿着光轴按照从物体侧的次序由所述前组、所述反射光学元件、负透镜和正透镜组成。

10. 根据权利要求 9 的变焦镜头,其中所述负透镜与所述正透镜胶合。

11. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中在所述第一透镜组中的至少一个透镜表面是非球面。

12. 根据权利要求 1 的变焦镜头,其中所述反射光学元件以 90 度的量折叠光路。

13. 一种光学设备,所述光学设备配备有根据权利要求 1 所述的变焦镜头。

14. 根据权利要求 13 的光学设备,其中所述光学设备包括:获取由通过所述变焦镜头透射的光线形成的像并且产生图像信号的成像部分,和将所述图像信号转换成校正畸变的图像信号的信号处理器。

15. 一种用于制造变焦镜头的方法,包括以下步骤:

沿着光轴按照从物体侧的次序设置第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组,其中所述第一透镜组具有负折射光焦度;

沿着光轴按照从物体侧的次序将具有负折射光焦度的前组、折叠光路的反射光学元件设置到所述第一透镜组中;

构造所述变焦镜头,使得在从广角端状态到远摄端状态变焦时,所述第一透镜组在光轴上的位置可以被固定;和

设置所述第一透镜组以满足以下条件表达式:

$$(-f_{1p})/D_p < 0.89$$

其中 f_{1p} 表示所述前组的焦距,并且 D_p 表示所述反射光学元件的光路长度。

变焦镜头、光学设备和用于制造变焦镜头的方法

- [0001] 在这里通过引用并入以下优先权申请的公开：
[0002] 在 2011 年 2 月 8 日提交的日本专利申请 No. 2011-025335。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造变焦镜头的方法。

背景技术

[0004] 已经提出了在摄影机或者数字静态照相机中安装、具有宽的视角和其中通过在变焦镜头中设置反射光学元件而折叠光路 (optical path) 的透镜配置的变焦镜头 (例如, 见日本专利申请特开 No. 2006-171492 和 2007-093985)。

[0005] 然而, 在上述传统的变焦镜头中, 从反射光学元件起的物体侧透镜长度 (object side lens length), 换言之, 在最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离是大的。相应地, 沿着光轴的最物体侧透镜的变焦镜头的厚度是大的, 从而变焦镜头不能是足够地薄的。

[0006] 而且, 上述传统的变焦镜头具有如此缺陷: 在拉宽变焦镜头时, 设置到反射光学元件的物体侧的透镜变大。相应地, 过去难以在实现尺寸减小的变焦镜头的情况下拉宽变焦镜头。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述问题而作出的, 并且目的在于提供一种尺寸减小的变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法, 该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度, 换言之, 在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓 (profile) 变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。

[0008] 根据本发明的第一方面, 提供一种变焦镜头, 该变焦镜头沿着光轴按照从物体侧的次序包括: 具有负折射光焦度 (refractive power) 的第一透镜组; 第二透镜组; 和第三透镜组, 第一透镜组沿着光轴按照从物体侧的次序包括具有负折射光焦度的前组和折叠光路的反射光学元件, 在从广角端状态到远摄端状态变焦时, 第一透镜组的位置被沿着光轴固定, 并且满足以下条件表达式 (1):

$$[-f_{1p}]/D_p < 0.89 \quad (1)$$

[0009] 其中 f_{1p} 表示前组的焦距, 并且 D_p 表示反射光学元件的光路长度。

[0010] 根据本发明的第二方面, 提供一种配备有根据第一方面的变焦镜头的光学设备。

[0011] 根据本发明的第三方面, 提供一种用于制造变焦镜头的方法, 该方法包括以下步骤: 沿着光轴按照从物体侧的次序设置第一透镜组、第二透镜组, 和第三透镜组, 其中第一透镜组具有负折射光焦度; 沿着光轴按照从物体侧的次序将具有负折射光焦度的前组、折叠光路的反射光学元件设置到第一透镜组中; 构造变焦镜头, 从而在从广角端状态到远摄

端状态变焦时,第一透镜组在光轴上的位置可以被固定;和,设置第一透镜组以满足以下条件表达式(1):

[0013] $(-f_{1p})/D_p < 0.89 \quad (1)$

[0014] 其中 f_{1p} 表示前组的焦距,并且 D_p 表示反射光学元件的光路长度。

[0015] 本发明使得提供一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法成为可能,该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度,换言之,在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。

[0016] 附图简要说明

[0017] 图1示出根据本申请的实例1的变焦镜头的透镜配置。

[0018] 图2A、图2B和图2C是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例1的变焦镜头的各种像差的曲线图,其中图2A示出在广角端状态中的各种像差,图2B示出在中间焦距状态中的各种像差,并且图2C示出在远摄端状态中的各种像差。

[0019] 图3示出根据本申请的实例2的变焦镜头的透镜配置。

[0020] 图4A、图4B和图4C是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例2的变焦镜头的各种像差的曲线图,其中图4A示出在广角端状态中的各种像差,图4B示出在中间焦距状态中的各种像差,并且图4C示出在远摄端状态中的各种像差。

[0021] 图5示出根据本申请的实例3的变焦镜头的透镜配置。

[0022] 图6A、图6B和图6C是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例3的变焦镜头的各种像差的曲线图,其中图6A示出在广角端状态中的各种像差,图6B示出在中间焦距状态中的各种像差,并且图6C示出在远摄端状态中的各种像差。

[0023] 图7示出根据本申请的实例4的变焦镜头的透镜配置。

[0024] 图8A、图8B和图8C是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例4的变焦镜头的各种像差的曲线图,其中图8A示出在广角端状态中的各种像差,图8B示出在中间焦距状态中的各种像差,并且图8C示出在远摄端状态中的各种像差。

[0025] 图9A和图9B是示出配备有根据本申请的变焦镜头的照相机的示图,其中图9A是前视图,并且图9B是后视图。

[0026] 图10是沿着图9A中的A-A'线的截面视图。

[0027] 图11是示意性地解释根据本申请的、用于制造变焦镜头的方法的流程图。

具体实施方式

[0028] 在下面解释了根据本申请的一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

[0029] 根据本申请的变焦镜头沿着光轴按照从物体侧的次序包括第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组,其中第一透镜组具有负折射光焦度。第一透镜组沿着光轴按照从物体侧的次序包括具有负折射光焦度的前组和用于折叠光路的反射光学元件。在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组沿着光轴的位置是固定的。满足以下条件表达式(1):

[0030] $(-f_{1p})/D_p < 0.89 \quad (1)$

[0031] 其中 f_{1p} 表示前组的焦距,并且 D_p 表示反射光学元件的光路长度(optical path

length)。

[0032] 在根据本申请的变焦镜头中,通过将反射光学元件设置到变焦镜头的物体侧,换言之,设置到第一透镜组中,使得变焦镜头变薄成为可能。而且,在根据本申请的变焦镜头中,其中设置反射光学元件的第一透镜组具有负折射光焦度,从而在反射光学元件上入射的光线的高度变小。相应地,反射光学元件能够是薄的。

[0033] 上述条件表达式(1)限定前组的焦距与反射光学元件的光路长度的比率。通过满足条件表达式(1),根据本申请的变焦镜头使得极好地校正场曲并且实现变焦镜头的尺寸减小成为可能。

[0034] 当条件表达式(1)的值等于或者超过条件表达式(1)的上限时,前组的折射光焦度变得过小。相应地,场曲的产生变得太大以至不能被校正。而且,在反射光学元件上入射的光线的高度变大,从而反射光学元件变大。相应地,不能减小根据本申请的变焦镜头的尺寸。为了确保本申请的效果,优选的是将条件表达式(1)的上限设为0.85。

[0035] 利用这种配置,能够实现一种尺寸减小的变焦镜头,该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度,换言之,在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。

[0036] 在根据本申请的变焦镜头中,优选地满足以下条件表达式(2):

[0037] $0.70 < D1p/fw < 2.00 \quad (2)$

[0038] 其中D1p表示在最物体侧透镜的物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧表面之间沿着光轴的距离,并且fw表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0039] 条件表达式(2)限定在最物体侧透镜的物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧表面之间沿着光轴的距离。通过满足条件表达式(2),根据本申请的变焦镜头使得极好地校正彗差并且实现变焦镜头的变薄和尺寸减小成为可能。

[0040] 当条件表达式(2)的值等于或者超过条件表达式(2)的上限时,从反射光学元件起的物体侧透镜长度,换言之,在最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离变大,从而变得不能实现变焦镜头的变薄。而且,因为反射光学元件的光路变大,所以设置到反射光学元件的物体侧的(一个或者多个)透镜的透镜直径变大,从而变得不能实现尺寸减小。进而,在变焦时横向色差的变化变大,从而这是不理想的。

[0041] 为了确保本申请的效果,优选的是将条件表达式(2)的上限设为1.94。

[0042] 在另一方面,当条件表达式(2)的值等于或者降至低于条件表达式(2)的下限时,从反射光学元件起的物体侧透镜长度,换言之,在最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离变小,从而它适合于使得变焦镜头变薄。然而,设置到反射光学元件的物体侧的负透镜的像侧透镜表面的曲率半径变大,从而负透镜的负折射光焦度变小。在此情形中,当第一透镜组的负折射光焦度将被以强制方式确保时,产生场曲和横向色差,从而这是不理想的。

[0043] 为了确保本申请的效果,优选的是将条件表达式(2)的下限设为0.80。为了进一步确保本申请的效果,更优选的是将条件表达式(2)的下限设为0.90。为了更进一步确保本申请的效果,最优选的是将条件表达式(2)的下限设为1.00。

[0044] 在根据本申请的变焦镜头中,优选地满足以下条件表达式(3):

[0045] $2.16 < D_p/f_w \quad (3)$

[0046] 其中 D_p 表示反射光学元件的光路长度，并且 f_w 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0047] 条件表达式 (3) 限定反射光学元件的光路长度。通过满足条件表达式 (3)，根据本申请的变焦镜头使得极好地校正诸如场曲的各种像差成为可能。

[0048] 当条件表达式 (3) 的值等于或者降至低于条件表达式 (3) 的下限时，设置到反射光学元件的物体侧的负透镜的负折射光焦度变得过大。相应地，变得难以通过后继的透镜组，换言之，第二透镜组和第三透镜组校正在负透镜处产生的诸如场曲的各种像差，从而这是不理想的。

[0049] 为了确保本申请的效果，优选的是将条件表达式 (3) 的下限设为 2.35。为了进一步确保本申请的效果，最优选的是将条件表达式 (3) 的下限设为 2.45。

[0050] 在根据本申请的变焦镜头中，第二透镜组和第三透镜组优选地具有正折射光焦度。

[0051] 以这种方式，通过将具有正折射光焦度的透镜组设置到第一透镜组的像侧，根据本申请的变焦镜头变成反焦型透镜配置以在抑制诸如彗差和场曲的各种像差的情况下实现宽的视角。

[0052] 在根据本申请的变焦镜头中，优选地满足以下条件表达式 (4)：

[0053] $0.36 < (-f_1)/f_2 < 1.00 \quad (4)$

[0054] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距，并且 f_2 表示第二透镜组的焦距。

[0055] 条件表达式 (4) 限定第一透镜组的焦距与第二透镜组的焦距的比率。通过满足条件表达式 (4)，根据本申请的变焦镜头能够在确保宽的视角和变焦比的情况下极好地校正诸如场曲和彗差的离轴像差。

[0056] 当条件表达式 (4) 的值等于或者超过条件表达式 (4) 的上限时，根据本申请的变焦镜头变大。而且，变得难以校正佩兹伐和 (Petzval sum)，从而诸如场曲和彗差的离轴像差变得更差，从而这是不理想的。

[0057] 为了确保本申请的效果，优选的是将条件表达式 (4) 的上限设为 0.80。为了进一步确保本申请的效果，最优选的是将条件表达式 (4) 的上限设为 0.70。

[0058] 在另一方面，当条件表达式 (4) 的值等于或者降至低于条件表达式 (4) 的下限时，变得难以确保宽的视角和变焦比。而且，诸如场曲和彗差的离轴像差变得更差，从而这是不理想的。

[0059] 在根据本申请的变焦镜头中，优选地满足以下条件表达式 (5)：

[0060] $0.29 < (-f_1 \cdot f_w)/f_t^2 < 0.54 \quad (5)$

[0061] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距， f_w 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距，并且 f_t 表示在远摄端状态中变焦镜头的焦距。

[0062] 条件表达式 (5) 限定第一透镜组的焦距。通过满足条件表达式 (5)，根据本申请的变焦镜头使得在确保宽的视角和变焦比的情况下极好地校正诸如场曲和彗差的离轴像差成为可能。

[0063] 当条件表达式 (5) 的值等于或者超过条件表达式 (5) 的上限时，根据本申请的变焦镜头变大。而且，佩兹伐和变得难以被校正。结果，诸如场曲和彗差的离轴像差变得更差，

从而这是不理想的。

[0064] 在另一方面,当条件表达式(5)的值等于或者降至低于条件表达式(5)的下限时,变得难以确保宽的视角和变焦比。而且,诸如场曲和彗差的离轴像差变得更差,从而这是不理想的。

[0065] 在根据本申请的变焦镜头中,优选地满足以下条件表达式(6):

$$1.62 < (-f_1)/f_w < 2.99 \quad (6)$$

[0067] 其中 f_1 表示第一透镜组的焦距,并且 f_w 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0068] 条件表达式(6)限定第一透镜组的焦距。通过满足条件表达式(6),根据本申请的变焦镜头使得在确保宽的视角和变焦比的情况下极好地校正诸如场曲和彗差的离轴像差成为可能。

[0069] 当条件表达式(6)的值等于或者超过条件表达式(6)的上限时,根据本申请的变焦镜头变大。而且,佩兹伐和变得难以被校正。结果,诸如场曲和彗差的离轴像差变得更差,从而这是不理想的。

[0070] 在另一方面,当条件表达式(6)的值等于或者降至低于条件表达式(6)的下限时,变得难以确保宽的视角和变焦比。而且,诸如场曲和彗差的离轴像差变得更差,从而这是不理想的。

[0071] 在根据本申请的变焦镜头中,优选的是在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第二透镜组仅仅向物体侧沿着光轴移动,并且第三透镜组沿着光轴移动。

[0072] 利用这种配置,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,极好地校正球面像差成为可能。当第二透镜组在变焦时向物体侧和向像侧移动时,在第三透镜组和第三透镜组之后的透镜组对于变焦的贡献变大。结果,变得难以在变焦时校正球面像差,从而这是不理想的。

[0073] 而且,在根据本申请的变焦镜头中,优选的是第一透镜组沿着光轴按照从物体侧的次序由前组、反射光学元件、负透镜和正透镜组成。

[0074] 在将反射光学元件设置到根据本申请的变焦镜头的最物体侧的情形中,反射光学元件以在广角端状态中的视角的量变大。相应地,优选的是具有负折射光焦度的前组如上所述地设置到根据本申请的变焦镜头的最物体侧,并且使得入射在设置到前组的像侧的反射光学元件上的光线的高度是小的。结果,反射光学元件能够是紧凑的,并且能够有效地实现根据本申请的变焦镜头的变薄。

[0075] 而且,根据本申请的变焦镜头具有如此特征:第一透镜组具有负折射光焦度。然而,当负折射光焦度仅仅由设置到第一透镜组的最物体侧的前组承担时,由前组产生的像差被反射光学元件放大。相应地,优选的是根据本申请的变焦镜头如上所述地在反射光学元件的像侧包括负透镜,并且设置到反射光学元件的物体侧的前组和设置到其像侧的负透镜承担第一透镜组的负折射光焦度。而且,在根据本申请的变焦镜头中,通过在第一透镜组中包括正透镜,校正色差成为可能,从而这是理想的。

[0076] 而且,在根据本申请的变焦镜头中,负透镜优选地与正透镜胶合。

[0077] 利用这种配置,在第一透镜组中产生的色差能够被有效地校正。

[0078] 而且,在根据本申请的变焦镜头中,在第一透镜组中的至少一个透镜表面优选地是非球面。

[0079] 如上所述,在根据本申请的变焦镜头中,通过在其中离轴光线具有高的高度的第一透镜组中使用非球面,场曲和像散被极好地校正,并且在变焦镜头中产生的像差能够被极好地校正。而且,通常,在具有按照从物体侧的次序以负-正-正的透镜配置的变焦镜头中,将实现更宽的视角,第一透镜组的负折射光焦度变大,从而变得难以校正像差。相应地,如在根据本申请的变焦镜头的情形中,在第一透镜组中的至少一个透镜表面优选地是非球面。还能够通过增加在第一透镜组中的透镜元件的数目解决这个问题。然而,当在第一透镜组中的透镜元件的数目增加时,根据本申请的变焦镜头的变薄不能实现,从而这是不理想的。

[0080] 在根据本申请的变焦镜头中,反射光学元件优选地以 90 度的量折叠光路。

[0081] 利用这种配置,实现一种尽管具有变薄的轮廓也仍然能够极好地校正各种像差的广角变焦镜头成为可能。

[0082] 而且,根据本申请的光学设备的特征在于配备有具有上述配置的变焦镜头。

[0083] 利用这种配置,实现一种尺寸减小的光学设备成为可能,该光学设备在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度,换言之,在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。

[0084] 而且,根据本申请的光学设备优选地包括获取由通过变焦镜头透射的光线形成的像并且产生图像信号的成像部分,和将图像信号转换成其中畸变被校正的图像信号的信号处理器。

[0085] 通常,畸变的校正和像散的校正趋向于是一种彼此相反 (reciprocal) 的关系。通过包括信号处理器,根据本申请的光学设备能够允许变焦镜头的畸变达到特定量,从而极好地校正像散并且实现第一透镜组的直径缩短成为可能。

[0086] 这里,解释了用于利用上述信号处理器校正畸变的方法的一个实例。

[0087] 首先,该信号处理器基于以下表达式 (7) 确定在广角端状态中在成像装置上的像高 Y_w 。然后,信号处理器转换在广角端状态中由成像装置获得的图像信号使得在广角端状态中在像高 Y_w 的范围上形成的图像信号被转换成在像高 Y_t 的范围上形成的图像信号,由此校正畸变。相应地,根据本申请的光学设备使得获得其畸变被校正的像成为可能:

$$[0088] Y_w = Y_t \cdot ((100+Dist)/100) + a \quad (7)$$

[0089] 其中 Y_w 表示在广角端状态中在成像装置上的像高, Y_t 表示在远摄端状态中在成像装置上的像高, $Dist$ 表示在广角端状态中畸变的量 (%), 并且 a 表示在成像装置的成像区域上的余量 (surplus amount)。

[0090] 例如,当 Y_t 是 10mm, $Dist$ 是 -10%, a 是 0mm 时, Y_w 变成 9mm。这里,由 Y_w 为 9mm 的物体图像形成的图像信号被用作 Y_w 为 10mm 的图像信号,从而能够获得其畸变被校正的像。

[0091] 而且,根据本申请的、一种用于制造变焦镜头的方法包括以下步骤:沿着光轴按照从物体侧的次序设置第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组,其中第一透镜组具有负折射光焦度;沿着光轴按照从物体侧的次序将具有负折射光焦度的前组和反射光学元件设置到第一透镜组中;构造变焦镜头使得在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组在光轴上的位置可以被固定;和,设置第一透镜组以满足以下条件表达式 (1):

[0092] $(-f_{1p})/D_p < 0.89$ (1)

[0093] 其中 f_{1p} 表示前组的焦距，并且 D_p 表示反射光学元件的光路长度。

[0094] 利用根据本申请的、用于制造变焦镜头的方法，制造一种尺寸减小的变焦镜头成为可能，该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度，换言之，在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。

[0095] 在下面参考附图解释了根据本申请的变焦镜头的每一个数值实例。

[0096] <实例 1>

[0097] 图 1 是与每一个透镜组的移动轨迹一起示出的根据本申请的实例 1 的变焦镜头的透镜配置的截面视图。

[0098] 根据实例 1 的变焦镜头沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：具有负折射光焦度的第一透镜组 G1、孔径光阑 S、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2、具有正折射光焦度的第三透镜组 G3，和滤波器组 FL。

[0099] 第一透镜组 G1 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜 L11 构造的前组、其入射平面和出射平面由平表面构造并且以 90 度的量折叠光路的反射光学元件 P，和由双凹负透镜 L12 与双凸正透镜 L13 胶合而构造的胶合透镜。附加地，在负弯月形透镜 L11 的两侧透镜表面和正透镜 L13 的像侧透镜表面上形成非球面。这里，虽然根据实例 1 的变焦镜头具有光路被反射光学元件以 90 度的量折叠的配置，但是图 1 示出光路被延长的配置。这在以下每一个实例中都是相同的。

[0100] 第二透镜组 G2 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成：双凸正透镜 L21、由双凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而构造的胶合透镜，和由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜 L24 与双凸正透镜 L25 胶合而构造的胶合透镜。附加地，在正透镜 L25 的像侧透镜表面上形成非球面。

[0101] 第三透镜组 G3 沿着光轴按照从物体侧的次序仅仅由以下构成：由双凸正透镜 L31 与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜 L32 胶合而构造的胶合透镜。附加地，在正透镜 L31 的物体侧透镜表面上形成非球面。

[0102] 滤波器组 FL 由低通滤波器、红外光阻挡滤波器等构成。

[0103] 利用这种配置，在根据实例 1 的变焦镜头中，在从广角端状态到远摄端状态变焦时，第一透镜组 G1 的位置被固定，第二透镜组 G2 仅仅向物体侧沿着光轴移动，并且第三透镜组 G3 仅仅向像侧沿着光轴移动。在此情形中，孔径光阑 S 与第二透镜组 G2 一体地移动。

[0104] 而且，在根据实例 1 的变焦镜头中，第三透镜组 G3 优选地沿着光轴移动，由此从无穷远物体到近物体执行聚焦。

[0105] 在表格 1 中列出了与根据实例 1 的变焦镜头相关联的各种值。在表格 1 中的（规格）中，W 表示广角端状态，M 表示中间焦距状态，T 表示远摄端状态，f 表示变焦镜头的焦距，FNO 表示 f 数， ω 表示半视角（单位：度），Y 表示像高，TL 表示镜头全长（total lens length），并且 BF 表示后焦距。在（透镜表面数据）中，“OP”表示物体平面，“I”表示像平面，最左列“m”示出按照从物体侧的次序数起的透镜表面编号，第二列“r”示出透镜表面的曲率半径，第三列“d”示出到下一个光学表面的距离，第四列“nd”示出在 d 线（波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$ ）处的折射率，并且第五列“vd”示出在 d 线（波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$ ）处的阿贝数。

在(透镜表面数据)中, $r = \infty$ 示意平表面。在第四列“nd”中,省略了空气的折射率 $nd = 1.0000$ 。

[0106] 在(透镜表面数据)中通过将“*”附于表面编号的左侧而表达每一个非球面并且在列“r”中示出近轴曲率半径。

[0107] 在(非球面数据)中,由以下表达式表达非球面:

$$[0108] x(y) = (y^2/R) / (1 + (1 - \kappa (y^2/R^2))^{1/2})$$

$$[0109] + C4 \times y^4 + C6 \times y^6 + C8 \times y^8 + C10 \times y^{10}$$

[0110] 其中“y”表示距光轴的竖直高度, $x(y)$ 表示垂度(sag amount), 这是从在非球面的顶点处的切表面到在距光轴竖直高度 y 处的非球面沿着光轴的距离, R 表示基准球体的曲率半径(近轴曲率半径), κ 表示锥形系数, 并且 C_n 表示 n 阶非球面系数。在(非球面数据)中, “E- n ”表示“ $\times 10^{-n}$ ”, 其中“ n ”是整数, 并且例如“1.234E-05”表示“ 1.234×10^{-5} ”。二阶非球面系数 C_2 为零。

[0111] 在(透镜组数据)中,示出每一个透镜组的起始表面编号“ST”和焦距。

[0112] 在(对于条件表达式的值)中,示出了用于各个条件表达式的值。

[0113] 在对于各种值的各个表格中,“mm”一般地被用于诸如焦距、曲率半径和到下一个透镜表面的距离的长度单位。然而,因为能够利用成比例地放大或者减少其尺寸的光学系统获得类似的光学性能,所以该单位并不是必要地被限制为“mm”,并且能够使用任何其它适当的单位。参考符号的解释在其它实例中是相同的。

[0114] 表格 1

[0115] (规格)

[0116] 变焦比 = 2.35

[0117]

| | W | M | T |
|------------|-------|-------|-------|
| f= | 2.96 | 4.50 | 6.96 |
| FNO= | 3.53 | 4.64 | 5.95 |
| ω = | 54.18 | 42.61 | 29.85 |
| Y= | 3.65 | 4.05 | 4.05 |
| [0118] | | | |
| TL= | 49.12 | 49.12 | 49.12 |
| BF= | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

[0119] (透镜表面数据)

[0120]

| m | r | d | nd | vd |
|-----|----------|--------|--------|-------|
| OP | ∞ | | | |
| *1 | 87.0668 | 0.8342 | 1.8513 | 40.10 |
| *2 | 5.6360 | 3.6085 | | |
| 3 | ∞ | 8.5000 | 1.9037 | 31.31 |
| 4 | ∞ | 0.9000 | | |
| 5 | -13.5544 | 0.6000 | 1.8830 | 40.80 |
| 6 | 489.4156 | 2.1878 | 1.8211 | 24.05 |
| *7 | -12.6650 | (d7) | | |
| 8 | ∞ | 0.2000 | 孔径光阑 S | |
| 9 | 16.9159 | 2.3000 | 1.9037 | 31.31 |
| 10 | -98.9564 | 0.3693 | | |
| 11 | 5.8410 | 3.0000 | 1.4970 | 81.60 |
| 12 | -11.2426 | 1.0000 | 1.9037 | 31.31 |
| 13 | 6.6555 | 0.5006 | | |
| 14 | 97.1653 | 0.8778 | 1.6259 | 35.74 |
| 15 | 6.5121 | 2.2423 | 1.5920 | 67.02 |
| *16 | -8.1041 | (d16) | | |
| *17 | 18.2455 | 2.0607 | 1.7725 | 49.62 |
| 18 | -15.1540 | 0.7174 | 1.8467 | 23.78 |
| 19 | -21.2452 | (d19) | | |
| 20 | ∞ | 0.2000 | 1.5168 | 64.19 |
| 21 | ∞ | 0.4000 | | |
| 22 | ∞ | 0.5000 | 1.5168 | 64.19 |
| 23 | ∞ | 0.4000 | | |
| I | ∞ | | | |

[0121] (非球面数据)

[0122] 表面编号 : 1

[0123] $\kappa = 1$ [0124] $C_4 = 8.77306E-4$ [0125] $C_6 = -2.20401E-5$ [0126] $C_8 = 2.30383E-7$

[0127] C10 = -7.24634E-10
 [0128] 表面编号 :2
 [0129] κ = 1
 [0130] C4 = 4.75343E-4
 [0131] C6 = 1.75058E-5
 [0132] C8 = -1.87900E-6
 [0133] C10 = 7.56548E-9
 [0134] 表面编号 :7
 [0135] κ = 1
 [0136] C4 = -4.59561E-5
 [0137] C6 = -7.77004E-6
 [0138] C8 = 6.78126E-7
 [0139] C10 = -2.04242E-8
 [0140] 表面编号 :16
 [0141] κ = 1
 [0142] C4 = 1.13943E-4
 [0143] C6 = -2.61009E-6
 [0144] C8 = 0.00000E+0
 [0145] C10 = 0.00000E+0
 [0146] 表面编号 :17
 [0147] κ = 1
 [0148] C4 = -2.04178E-4
 [0149] C6 = 2.60289E-6
 [0150] C8 = -2.86408E-7
 [0151] C10 = 5.83704E-9
 [0152] (可变距离)
 [0153]

| | W | M | T |
|------|---------|---------|---------|
| d7= | 10.9023 | 6.2000 | 1.0000 |
| d16= | 3.0000 | 9.1615 | 15.1319 |
| d19= | 3.82526 | 2.36645 | 1.59560 |

[0154] (透镜组数据)

[0155]

| 组 | ST | 焦距 |
|----|----|--------|
| G1 | 1 | -8.831 |
| G2 | 9 | 13.431 |
| G3 | 17 | 13.335 |

[0156] (用于条件表达式的值)

- [0157] $f1p = -7.112$
- [0158] $D1p = 4.442$
- [0159] $fw = 2.961$
- [0160] $Dp = 8.500$
- [0161] $f1 = -8.831$
- [0162] $f2 = 13.431$
- [0163] $ft = 6.963$
- [0164] (1) : $(-f1p)/Dp = 0.837$
- [0165] (2) : $D1p/fw = 1.500$
- [0166] (3) : $Dp/fw = 2.870$
- [0167] (4) : $(-f1)/f2 = 0.658$
- [0168] (5) : $(-f1 \cdot fw)/ft^2 = 0.539$
- [0169] (6) : $(-f1)/fw = 2.982$

[0170] 图 2A、图 2B 和图 2C 是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例 1 的变焦镜头的各种像差的曲线图, 其中图 2A 示出在广角端状态中的各种像差, 图 2B 示出在中间焦距状态中的各种像差, 并且图 2C 示出在远摄端状态中的各种像差。

[0171] 在各个曲线图中, FNO 表示 f 数, A 表示半视角 (单位: 度), d 示意在 d 线 (波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$) 处的像差曲线, g 示意在 g 线 (波长 $\lambda = 435.8\text{nm}$) 处的像差曲线, C 示意在 C 线 (波长 $\lambda = 656.3\text{nm}$) 处的像差曲线, 并且 F 示意在 F 线 (波长 $\lambda = 486.1\text{nm}$) 处的像差曲线。在示出像散的曲线图中, 实线示意弧矢像平面, 并且虚线示意子午像平面。关于各种像差曲线图的上述解释在其它实例中是相同的。

[0172] 如根据各个曲线图清楚地, 由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正, 根据实例 1 的变焦镜头示出极好的光学性能。

[0173] <实例 2>

[0174] 图 3 是与每一个透镜组的移动轨迹一起示出的根据本申请的实例 2 的变焦镜头的透镜配置的截面视图。

[0175] 根据实例 2 的变焦镜头沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 具有负折射光焦度的第一透镜组 G1、孔径光阑 S、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2、具有正折射光焦度的第三透镜组 G3、具有正折射光焦度的第四透镜组 G4, 和滤波器组 FL。

[0176] 第一透镜组 G1 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜 L11 构造的前组、其入射平面和出射平面由平表面构造并且以 90 度的量折叠光路的反射光学元件 P, 和由双凹负透镜 L12 与双凸正透镜 L13 胶合而构造的胶合透镜。附加地, 在负弯月形透镜 L11 的两侧透镜表面和正透镜 L13 的像侧透镜表面上形成非球面。

[0177] 第二透镜组 G2 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 双凸正透镜 L21、由双凸正透镜 L22- 该双凸正透镜与双凹负透镜 L23 胶合 - 构造的胶合透镜, 和双凸正透镜 L24。附加地, 在正透镜 L21 的物体侧透镜表面上形成非球面。

[0178] 第三透镜组 G3 沿着光轴按照从物体侧的次序仅仅由以下构成: 由双凸正透镜 L31 与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜 L32 胶合而构造的胶合透镜。附加地, 在负

弯月形透镜 L32 的像侧透镜表面上形成非球面。

[0179] 第四透镜组 G4 仅仅由双凸正透镜 L41 构成。

[0180] 滤波器组 FL 由低通滤波器、红外光阻挡滤波器等构成。

[0181] 利用这种配置,在根据实例 2 的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态变焦时,第一透镜组 G1 和第四透镜组 G4 的位置被固定,第二透镜组 G2 仅仅向物体侧沿着光轴移动,并且第三透镜组 G3 首先向像侧并且然后向物体侧沿着光轴移动。在此情形中,孔径光阑 S 与第二透镜组 G2 一体地移动。

[0182] 而且,在根据实例 2 的变焦镜头中,第三透镜组 G3 优先地沿着光轴移动,由此从无穷远物体到近物体执行聚焦。

[0183] 在表格 2 中列出了与根据实例 2 的变焦镜头相关联的各种值。

[0184] 表格 2

[0185] (规格)

[0186] 变焦比 = 2.35

[0187]

| | W | M | T |
|------|-------|-------|-------|
| f= | 2.96 | 4.10 | 6.96 |
| FNO= | 3.48 | 4.22 | 5.21 |
| ω= | 55.43 | 45.53 | 29.35 |
| Y= | 3.65 | 4.05 | 4.05 |
| TL= | 49.80 | 49.80 | 49.80 |
| BF= | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

[0188]

(透镜表面数据)

[0189]

| | m | r | d | nd | vd |
|-----|----------|----------|--------|----------|--------|
| OP | | ∞ | | | |
| *1 | 198.1863 | | 0.8800 | 1.8513 | 40.10 |
| *2 | | 5.4842 | 4.8602 | | |
| 3 | | ∞ | 7.5000 | 1.8040 | 46.57 |
| 4 | | ∞ | 1.0000 | | |
| 5 | | -8.7305 | 0.6500 | 1.8830 | 40.80 |
| 6 | | 117.2047 | 2.0000 | 1.8049 | 24.73 |
| *7 | | -10.2991 | (d7) | | |
| 8 | | ∞ | 0.3000 | | 孔径光阑 S |
| *9 | | 5.7427 | 2.0000 | 1.5831 | 59.46 |
| 10 | | -24.9984 | 0.8000 | | |
| 11 | | 11.7966 | 2.0000 | 1.496997 | 81.60 |
| 12 | | -4.9267 | 0.5000 | 1.8340 | 37.34 |
| 13 | | 6.0102 | 0.3500 | | |
| 14 | | 13.3668 | 0.9400 | 1.6935 | 53.34 |
| 15 | | -29.0577 | (d15) | | |
| 16 | | 20.5566 | 2.0500 | 1.4970 | 81.60 |
| 17 | | -9.9896 | 0.5000 | 1.6990 | 30.05 |
| *18 | | -21.7498 | (d18) | | |
| 19 | | 11.3396 | 1.2800 | 1.5311 | 55.91 |
| 20 | | -65.0000 | 0.5000 | | |
| 21 | | ∞ | 0.2000 | 1.5168 | 64.19 |
| 22 | | ∞ | 0.4000 | | |
| 23 | | ∞ | 0.5000 | 1.5168 | 64.19 |
| 24 | | ∞ | 0.4000 | | |
| I | | ∞ | | | |

[0191] (非球面数据)

[0192] 表面编号 : 1

[0193] $\kappa = 1$

[0194] C4 = 9.85162E-4

[0195] C6 = -1.63605E-5

[0196] C8 = 9.41754E-8
 [0197] C10 = 0.00000E+0
 [0198] 表面编号 :2
 [0199] κ = 1
 [0200] C4 = 6.86750E-4
 [0201] C6 = 9.53669E-6
 [0202] C8 = 1.40821E-6
 [0203] C10 = -9.01097E-8
 [0204] 表面编号 :7
 [0205] κ = 1
 [0206] C4 = -3.66861E-5
 [0207] C6 = -4.91103E-6
 [0208] C8 = 5.03271E-7
 [0209] C10 = -1.36247E-8
 [0210] 表面编号 :9
 [0211] κ = 1
 [0212] C4 = -2.09619E-4
 [0213] C6 = -2.43140E-7
 [0214] C8 = 0.00000E+0
 [0215] C10 = 0.00000E+0
 [0216] 表面编号 :18
 [0217] κ = 1
 [0218] C4 = -7.01883E-4
 [0219] C6 = -1.54358E-5
 [0220] C8 = 0.00000E+0
 [0221] C10 = 0.00000E+0
 [0222] (可变距离)
 [0223]

| | W | M | T |
|------|---------|--------|---------|
| d7= | 12.5680 | 8.6329 | 1.01294 |
| d15= | 4.0748 | 8.9119 | 8.5836 |
| d18= | 3.9020 | 3.0000 | 10.9482 |

[0224] (透镜组数据)
 [0225]

| 组 | ST | 焦距 |
|----|----|--------|
| G1 | 1 | -6.099 |
| G2 | 9 | 12.458 |
| G3 | 16 | 28.044 |
| G4 | 19 | 18.286 |

[0226] (用于条件表达式的值)

[0227] $f_{1p} = -6.639$

[0228] $D_{1p} = 5.704$

[0229] $f_w = 2.960$

[0230] $D_p = 7.500$

[0231] $f_1 = -6.099$

[0232] $f_2 = 12.458$

[0233] $f_t = 6.964$

[0234] (1) : $(-f_{1p})/D_p = 0.885$

[0235] (2) : $D_{1p}/f_w = 1.927$

[0236] (3) : $D_p/f_w = 2.534$

[0237] (4) : $(-f_1)/f_2 = 0.490$

[0238] (5) : $(-f_1 \cdot f_w)/f_t^2 = 0.372$

[0239] (6) : $(-f_1)/f_w = 2.061$

[0240] 图 4A、图 4B 和图 4C 是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例 2 的变焦镜头的各种像差的曲线图, 其中图 4A 示出在广角端状态中的各种像差, 图 4B 示出在中间焦距状态中的各种像差, 并且图 4C 示出在远摄端状态中的各种像差。

[0241] 如根据各个曲线图清楚地, 由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正, 根据实例 2 的变焦镜头示出极好的光学性能。

[0242] <实例 3>

[0243] 图 5 是与每一个透镜组的移动轨迹一起示出的根据本申请的实例 3 的变焦镜头的透镜配置的截面视图。

[0244] 根据实例 3 的变焦镜头沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 具有负折射光焦度的第一透镜组 G1、孔径光阑 S、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2、具有正折射光焦度的第三透镜组 G3、具有正折射光焦度的第四透镜组 G4, 和滤波器组 FL。

[0245] 第一透镜组 G1 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜 L11 构造的前组、其入射平面和出射平面由平表面构造并且以 90 度的量折叠光路的反射光学元件 P, 和由双凹负透镜 L12 与双凸正透镜 L13 胶合而构造的胶合透镜。附加地, 在负弯月形透镜 L11 的两侧透镜表面和正透镜 L13 的像侧透镜表面上形成非球面。

[0246] 第二透镜组 G2 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 双凸正透镜 L21、由双凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而构造的胶合透镜, 和具有面向物体侧的凹形表面的正弯月形透镜 L24。附加地, 在正透镜 L21 的两个透镜表面上形成非球面。

[0247] 第三透镜组 G3 沿着光轴按照从物体侧的次序仅仅由以下构成：由双凸正透镜 L31 与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜 L32 胶合而构造的胶合透镜。

[0248] 第四透镜组 G4 沿着光轴按照从物体侧的次序仅仅由以下构成：由双凸正透镜 L41 与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜 L42 胶合而构造的胶合透镜。附加地，在正透镜 L41 的物体侧透镜表面上形成非球面。

[0249] 滤波器组 FL 由低通滤波器、红外光阻挡滤波器等构成。

[0250] 利用这种配置，在根据实例 3 的变焦镜头中，在从广角端状态到远摄端状态变焦时，第一透镜组 G1 和第四透镜组 G4 的位置被固定，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 仅仅向物体侧沿着光轴移动。在此情形中，孔径光阑 S 与第二透镜组 G2 一体地移动。

[0251] 而且，在根据实例 3 的变焦镜头中，第三透镜组 G3 优选地沿着光轴移动，由此从无穷远物体到近物体执行聚焦。

[0252] 在表格 3 中列出了与根据实例 3 的变焦镜头相关联的各种值。

[0253] 表格 3

[0254] (规格)

[0255] 变焦比 = 2.35

[0256]

| | W | M | T |
|------|-------|-------|-------|
| f= | 2.96 | 4.91 | 6.96 |
| FNO= | 3.66 | 4.27 | 5.05 |
| ω= | 55.89 | 39.75 | 28.80 |
| Y= | 3.65 | 4.05 | 4.05 |
| TL= | 53.89 | 53.89 | 53.89 |
| BF= | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

[0257] (透镜表面数据)

[0258]

| m | r | d | nd | vd |
|---|---|---|----|----|
|---|---|---|----|----|

[0259]

| OP | ∞ | | | | |
|-----|-----------|--------|--------|-------|--|
| *1 | 4216.1852 | 0.6000 | 1.8513 | 40.10 | |
| *2 | 5.3683 | 2.6413 | | | |
| 3 | ∞ | 7.7000 | 1.8040 | 46.57 | |
| 4 | ∞ | 1.2000 | | | |
| 5 | -7.0995 | 0.5351 | 1.8830 | 40.80 | |
| 6 | 18.5486 | 1.8998 | 1.8048 | 24.73 | |
| *7 | -9.4688 | (d7) | | | |
| 8 | ∞ | 0.1 | 孔径光阑 S | | |
| *9 | 7.0238 | 2.9989 | 1.5891 | 61.25 | |
| *10 | -21.8747 | 1.0000 | | | |
| 11 | 8.8930 | 1.3893 | 1.4969 | 81.60 | |
| 12 | -8.2060 | 0.5000 | 1.8340 | 37.34 | |
| 13 | 7.9729 | 0.6128 | | | |
| 14 | -12.6989 | 0.7262 | 1.7199 | 50.34 | |
| 15 | -9.5168 | (d15) | | | |
| 16 | 15.1315 | 2.3811 | 1.4969 | 81.60 | |
| 17 | -11.0000 | 0.5000 | 1.6989 | 30.05 | |
| 18 | -20.7664 | (d18) | | | |
| *19 | 8.4000 | 3.0000 | 1.4874 | 70.44 | |
| 20 | -9.2000 | 1.0000 | 1.9036 | 31.31 | |
| 21 | -18.6066 | 0.5000 | | | |
| 22 | ∞ | 0.2000 | 1.5167 | 64.19 | |
| 23 | ∞ | 0.4000 | | | |
| 24 | ∞ | 0.5000 | 1.5167 | 64.19 | |
| 25 | ∞ | 0.4000 | | | |
| I | ∞ | | | | |

[0260] (非球面数据)

[0261] 表面编号 : 1

[0262] $\kappa = 1$

[0263] C4 = 1.32997E-4

[0264] C6 = 9.81077E-6

- [0265] C8 = -3.49610E-7
 [0266] C10 = 3.32818E-9
 [0267] 表面编号 :2
 [0268] κ = 1
 [0269] C4 = -5.57781E-4
 [0270] C6 = -2.21220E-5
 [0271] C8 = 2.23257E-6
 [0272] C10 = -1.03032E-7
 [0273] 表面编号 :7
 [0274] κ = 1
 [0275] C4 = -2.29120E-5
 [0276] C6 = -7.02462E-6
 [0277] C8 = 7.27296E-7
 [0278] C10 = -2.41260E-8
 [0279] 表面编号 :9
 [0280] κ = 1
 [0281] C4 = -5.42698E-5
 [0282] C6 = 2.84884E-5
 [0283] C8 = -3.99752E-6
 [0284] C10 = 3.52551E-7
 [0285] 表面编号 :10
 [0286] κ = 1
 [0287] C4 = 3.33188E-4
 [0288] C6 = 4.47444E-5
 [0289] C8 = -5.97450E-6
 [0290] C10 = 4.98472E-7
 [0291] 表面编号 :19
 [0292] κ = 1
 [0293] C4 = -2.96190E-4
 [0294] C6 = -2.19516E-5
 [0295] C8 = 3.85472E-7
 [0296] C10 = -2.49988E-8
 [0297] (可变距离)
 [0298]

| | W | M | T |
|------|----------|----------|----------|
| d7= | 11.63417 | 3.98852 | 1.0000 |
| d15= | 8.47522 | 7.95169 | 3.60000 |
| d18= | 3.00000 | 11.16918 | 18.50940 |

[0299] (透镜组数据)

[0300]

| 组 | ST | 焦距 |
|----|----|--------|
| G1 | 1 | -4.824 |
| G2 | 9 | 13.727 |
| G3 | 16 | 21.196 |
| G4 | 19 | 16.530 |

[0301] (用于条件表达式的值)

[0302] $f1p = -6.314$

[0303] $D1p = 3.241$

[0304] $fw = 2.960$

[0305] $Dp = 7.700$

[0306] $f1 = -4.824$

[0307] $f2 = 13.727$

[0308] $ft = 6.960$

[0309] (1) : $(-f1p)/Dp = 0.820$

[0310] (2) : $D1p/fw = 1.095$

[0311] (3) : $Dp/fw = 2.601$

[0312] (4) : $(-f1)/f2 = 0.351$

[0313] (5) : $(-f1 \cdot fw)/ft^2 = 0.295$

[0314] (6) : $(-f1)/fw = 1.630$

[0315] 图 6A、图 6B 和图 6C 是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例 3 的变焦镜头的各种像差的曲线图, 其中图 6A 示出在广角端状态中的各种像差, 图 6B 示出在中间焦距状态中的各种像差, 并且图 6C 示出在远摄端状态中的各种像差。

[0316] 如根据各个曲线图清楚地, 由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正, 根据实例 3 的变焦镜头示出极好的光学性能。

[0317] <实例 4>

[0318] 图 7 是与每一个透镜组的移动轨迹一起示出的根据本申请的实例 4 的变焦镜头的透镜配置的截面视图。

[0319] 根据实例 4 的变焦镜头沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 具有负折射光焦度的第一透镜组 G1、孔径光阑 S、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2、具有正折射光焦度的第三透镜组 G3、具有正折射光焦度的第四透镜组 G4, 和滤波器组 FL。

[0320] 第一透镜组 G1 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 由具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜 L11 和具有面向物体侧的凸形表面的负弯月形透镜 L12 构造的前组、其入射平面和出射平面由平表面构造并且以 90 度的量折叠光路的反射光学元件 P, 和由双凹负透镜 L13 与双凸正透镜 L14 胶合而构造的胶合透镜。附加地, 在负弯月形透镜 L11 的两侧透镜表面和正透镜 L14 的像侧透镜表面上形成非球面。

[0321] 第二透镜组 G2 沿着光轴按照从物体侧的次序由以下构成: 双凸正透镜 L21、由双

凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而构造的胶合透镜, 和双凸正透镜 L24。附加地, 在正透镜 L21 的物体侧透镜表面上形成非球面。

[0322] 第三透镜组 G3 沿着光轴按照从物体侧的次序仅仅由以下构成: 由双凸正透镜 L31 与具有面向物体侧的凹形表面的负弯月形透镜 L32 胶合而构造的胶合透镜。

[0323] 第四透镜组 G4 仅仅由双凸正透镜 L41 构成。附加地, 在正透镜 L41 的物体侧透镜表面上形成非球面。

[0324] 滤波器组 FL 由低通滤波器、红外光阻挡滤波器等构成。

[0325] 利用这种配置, 在根据实例 4 的变焦镜头中, 在从广角端状态到远摄端状态变焦时, 第一透镜组 G1 和第四透镜组 G4 的位置被固定, 第二透镜组 G2 仅仅向物体侧沿着光轴移动, 并且第三透镜组 G3 首先向像侧并且然后向物体侧沿着光轴移动。在此情形中, 孔径光阑 S 与第二透镜组 G2 一体地移动。

[0326] 而且, 在根据实例 4 的变焦镜头中, 第三透镜组 G3 优选地沿着光轴移动, 由此从无穷远物体到近物体执行聚焦。

[0327] 在表格 4 中列出了与根据实例 4 的变焦镜头相关联的各种值。

[0328] 表格 4

[0329] (规格)

[0330] 变焦比 = 2.35

[0331]

| | W | M | T |
|------|-------|-------|-------|
| f= | 2.96 | 4.10 | 6.96 |
| FNO= | 3.54 | 4.30 | 5.29 |
| ω= | 55.41 | 45.66 | 29.34 |
| Y= | 3.65 | 4.05 | 4.05 |
| TL= | 52.40 | 52.40 | 52.40 |
| BF= | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

[0332] (透镜表面数据)

[0333]

| m | r | d | nd | vd |
|-----|----------|--------|----------|-------|
| OP | ∞ | | | |
| *1 | 36.3318 | 0.8000 | 1.851348 | 40.10 |
| *2 | 6.7760 | 2.8000 | | |
| 3 | 15.7352 | 0.6000 | 1.883000 | 40.80 |
| 4 | 9.3516 | 1.5400 | | |
| 5 | ∞ | 7.5000 | 1.804000 | 46.57 |
| 6 | ∞ | 1.0000 | | |
| 7 | -11.7332 | 1.8500 | 1.883000 | 40.80 |
| 8 | 38.2677 | 2.2000 | 1.821145 | 24.05 |
| *9 | -14.7260 | (d9) | | |
| 10 | ∞ | 0.3000 | 孔径光阑 S | |
| *11 | 6.0463 | 2.0000 | 1.583130 | 59.46 |
| 12 | -21.8200 | 0.8000 | | |
| 13 | 11.5120 | 2.0000 | 1.496997 | 81.60 |
| 14 | -5.8738 | 0.5500 | 1.834001 | 37.34 |
| 15 | 5.9946 | 0.7300 | | |
| 16 | 15.2923 | 0.9400 | 1.693504 | 53.34 |
| 17 | -33.0389 | (d17) | | |
| 18 | 17.8239 | 2.3600 | 1.496997 | 81.60 |
| 19 | -9.7954 | 0.5200 | 1.698950 | 30.05 |
| 20 | -21.6183 | (d20) | | |
| *21 | 14.3485 | 1.2800 | 1.531100 | 55.91 |
| 22 | -85.1654 | 0.5000 | | |
| 23 | ∞ | 0.2000 | 1.516800 | 64.19 |
| 24 | ∞ | 0.4000 | | |
| 25 | ∞ | 0.5000 | 1.516800 | 64.19 |
| 26 | ∞ | 0.4000 | | |
| I | ∞ | | | |

[0334] (非球面数据)

[0335] 表面编号 :1

[0336] $\kappa = 1$
 [0337] $C4 = 9.91980E-4$
 [0338] $C6 = -1.96234E-5$
 [0339] $C8 = 1.86478E-7$
 [0340] $C10 = -6.98907E-10$
 [0341] 表面编号 :2
 [0342] $\kappa = 1$
 [0343] $C4 = 9.36261E-4$
 [0344] $C6 = 1.88300E-5$
 [0345] $C8 = -9.38647E-7$
 [0346] $C10 = 8.65219E-9$
 [0347] 表面编号 :9
 [0348] $\kappa = 1$
 [0349] $C4 = -6.00443E-5$
 [0350] $C6 = 1.97040E-6$
 [0351] $C8 = 0.00000E+0$
 [0352] $C10 = 0.00000E+0$
 [0353] 表面编号 :11
 [0354] $\kappa = 1$
 [0355] $C4 = -2.77742E-4$
 [0356] $C6 = -1.89349E-6$
 [0357] $C8 = 0.00000E+0$
 [0358] $C10 = 0.00000E+0$
 [0359] 表面编号 :21
 [0360] $\kappa = 1$
 [0361] $C4 = -1.67697E-3$
 [0362] $C6 = 9.66606E-5$
 [0363] $C8 = -5.75704E-6$
 [0364] $C10 = 1.20602E-7$
 [0365] (可变距离)
 [0366]

| | W | M | T |
|------|----------|---------|---------|
| d9= | 13.22754 | 9.20338 | 1.24966 |
| d17= | 3.51517 | 8.42539 | 9.43976 |
| d20= | 3.88606 | 3.00000 | 9.93936 |

[0367] (透镜组数据)
 [0368]

| 组 | ST | 焦距 |
|----|----|--------|
| G1 | 1 | -6.262 |
| G2 | 11 | 12.782 |
| G3 | 18 | 25.640 |
| G4 | 21 | 23.225 |

[0369] (用于条件表达式的值)

[0370] $f1p = -6.641$

[0371] $D1p = 5.740$

[0372] $fw = 2.962$

[0373] $Dp = 7.500$

[0374] $f1 = -6.262$

[0375] $f2 = 12.782$

[0376] $ft = 6.964$

[0377] (1) : $(-f1p)/Dp = 0.886$

[0378] (2) : $D1p/fw = 1.938$

[0379] (3) : $Dp/fw = 2.532$

[0380] (4) : $(-f1)/f2 = 0.490$

[0381] (5) : $(-f1 \cdot fw)/ft^2 = 0.382$

[0382] (6) : $(-f1)/fw = 0.382$

[0383] 图 8A、图 8B 和图 8C 是示出在于无穷远物体上聚焦时根据本申请的实例 4 的变焦镜头的各种像差的曲线图, 其中图 8A 示出在广角端状态中的各种像差, 图 8B 示出在中间焦距状态中的各种像差, 并且图 8C 示出在远摄端状态中的各种像差。

[0384] 如根据各个曲线图清楚地, 由于在从广角端状态到远摄端状态的每一个焦距状态中对于各种像差的良好校正, 根据实例 4 的变焦镜头示出极好的光学性能。

[0385] 上述每一个实例均使得实现一种变焦镜头成为可能, 该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度, 换言之, 在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下具有反射光学元件和宽的视角。每一个实例仅仅为了更好地理解本申请而示出具体的实例。相应地, 显然本申请在它的更加一般的方面不限于具体的细节和代表性装置。

[0386] 附加地, 可以在并不降低光学性能的范围内适当地应用以下说明。

[0387] 在上述实例中, 虽然已经示出了具有三透镜组配置或者四透镜组配置的变焦镜头, 但是上述透镜配置能够被应用于其它透镜配置, 诸如五透镜组配置和六透镜组配置。具体地, 其中将透镜或者透镜组添加到最物体侧或者最像侧的透镜配置可以是可能的。附加地, 透镜组定义为被空气间隔从其它部分分离的具有至少一个透镜的部分。

[0388] 在根据本申请的变焦镜头中, 为了从无穷远物体到近物体改变聚焦, 透镜组的一部分、单个透镜组或者多个透镜组可以作为聚焦透镜组沿着光轴移动。特别优选的是第三透镜组的至少一部分被用作聚焦透镜组。在此情形中, 聚焦透镜组能够用于自动聚焦, 并且适合于被诸如超声波马达的马达驱动。

[0389] 在根据本申请的变焦镜头中,透镜组或者透镜组的一部分可以沿着具有垂直于光轴的分量的方向移动,或者沿着包括光轴的方向摇摆,以使其成为校正由于照相机震动引起的图像模糊的减振透镜组。在根据本申请的变焦镜头中特别优选的是使得第二透镜组的一部分作为减振透镜组。

[0390] 而且,在根据本申请的变焦镜头中的任何透镜表面均可以形成为球面、平表面或者非球面。当透镜表面是球面或者平表面时,加工和组装变得容易,从而能够防止在加工和组装时的误差引起的光学性能降低。即便像平面移位,光学性能的降低也是小的,从而这是理想的。

[0391] 当透镜表面是非球面时,可以通过细磨过程、利用模具将玻璃材料形成为非球面形状的玻璃模制过程或者在玻璃表面上将树脂材料形成为非球面形状的复合型过程制造非球面。任何透镜表面均可以是衍射光学表面。任何透镜均可以是梯度折射率透镜(GRIN透镜),或者塑料透镜。

[0392] 在根据本申请的变焦镜头中,虽然孔径光阑S优选地设置在第二透镜组的附近,但是该功能可以被透镜框架替代,而不设置作为孔径光阑的部件。

[0393] 在宽波长范围之上具有高透射性的抗反射涂层可以被施加到在根据本申请的变焦镜头中的每一个透镜表面以减少耀斑或者幻像,从而能够实现具有高对比度的高光学性能。

[0394] 然后,参考图9和10解释了根据本申请的照相机。

[0395] 图9A和9B是示出配备有根据本申请的变焦镜头的照相机的示图,其中图9A是前视图,并且图9B是后视图。图10是沿着图9A中的A-A'线的截面视图。

[0396] 如在图10中所示,照相机1是2配备有根据实例1的变焦镜头作为取像透镜的电子静态照相机。

[0397] 在照相机1中,当拍摄者压下未示意的电源开关按钮时,覆盖取像透镜2的、未示意的快门打开。相应地,来自未示意的物体(要拍摄的物体)的光线在取像透镜2上入射,如在图10中所示被反射光学元件(直角棱镜)P以90度的量向下偏转,并且在成像装置C的成像表面上形成物体的像。物体图像由成像装置C捕捉。相应地,从成像装置C输出的图像信号被信号处理器Q转换成校正畸变的图像信号。然后,在于照相机1的后侧上设置的液晶监视器3上显示图像。在通过观察液晶监视器3固定物体图像的图像构图之后,拍摄者按下释放按钮4以通过成像装置C摄取物体图像的图片。相应地,从成像装置C输出的图像信号被信号处理器Q转换成校正畸变的图像信号,并且存储在存储器M中。以此方式,拍摄者能够利用照相机1摄取物体的图片。

[0398] 这里,解释了一种用于利用信号处理器Q校正畸变的方法的一个实例。

[0399] 首先,信号处理器Q基于以下表达式(7)确定在广角端状态中在成像装置C上的像高Yw。然后,信号处理器Q转换在广角端状态中由成像装置C获得的图像信号,使得在广角端状态中在像高Yw的范围内形成的图像信号被转换成在像高Yt的范围内形成的图像信号,由此校正畸变。相应地,照相机1使得获得其畸变被校正的像成为可能:

[0400] $Y_w = Y_t \cdot ((100+Dist)/100) + \alpha \quad (7)$

[0401] 其中Yw表示在广角端状态中在成像装置上的像高,Yt表示在远摄端状态中在成像装置上的像高,Dist表示在广角端状态中畸变的量(%),并且 α 表示在成像装置的成

像区域上的余量。

[0402] 在照相机 1 中, 设置了以下部件, 诸如当物体是黑暗的时发射辅助光的辅助光发射器 5、使得变焦镜头系统在广角端状态 (W) 和远摄端状态 (T) 之间执行变焦的 W-T 切换器 6, 和用于设置照相机 1 的各种状态的功能按钮 7。

[0403] 这里, 作为取像透镜 2 在照相机 1 中安装的、根据实例 1 的变焦镜头是这样一种变焦镜头: 该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度, 换言之, 在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下, 具有反射光学元件和宽的视角。相应地, 照相机 1 使得实现一种尺寸减小的、薄的照相机主体并且具有宽的视角和优良的光学性能成为可能。附加地, 在构造配备有根据实例 2 到实例 4 的变焦镜头中的任何一个作为取像透镜 2 的照相机时, 均能够获得与上述照相机 1 相同的效果。

[0404] 然后, 参考图 11 解释了根据本申请的、用于制造变焦镜头的方法的概要。

[0405] 图 11 示出根据本申请的、用于制造变焦镜头的方法。

[0406] 根据本申请的、用于制造变焦镜头的方法包括以下步骤 S1 到 S4。

[0407] 步骤 S1: 沿着光轴按照从物体侧的次序设置第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组, 其中第一透镜组具有负折射光焦度。

[0408] 步骤 S2: 沿着光轴按照从物体侧的次序将具有负折射光焦度的前组和反射光学元件设置到第一透镜组中。

[0409] 步骤 S3: 构造变焦镜头, 使得在从广角端状态到远摄端状态变焦时, 第一透镜组在光轴上的位置可以被固定。

[0410] 步骤 S4: 设置第一透镜组以满足以下条件表达式 (1):

$$(-f_{1p})/D_p < 0.89 \quad (1)$$

[0412] 其中 f_{1p} 表示前组的焦距, 并且 D_p 表示反射光学元件的光路长度。

[0413] 利用根据本申请的、用于制造变焦镜头的方法, 制造一种尺寸减小的变焦镜头成为可能, 该变焦镜头在通过缩短从反射光学元件起的物体侧透镜长度, 换言之, 在通过缩短最物体侧透镜表面和反射光学元件的物体侧光学表面之间沿着光轴的距离而使得它的轮廓变薄的情况下, 具有反射光学元件和宽的视角。

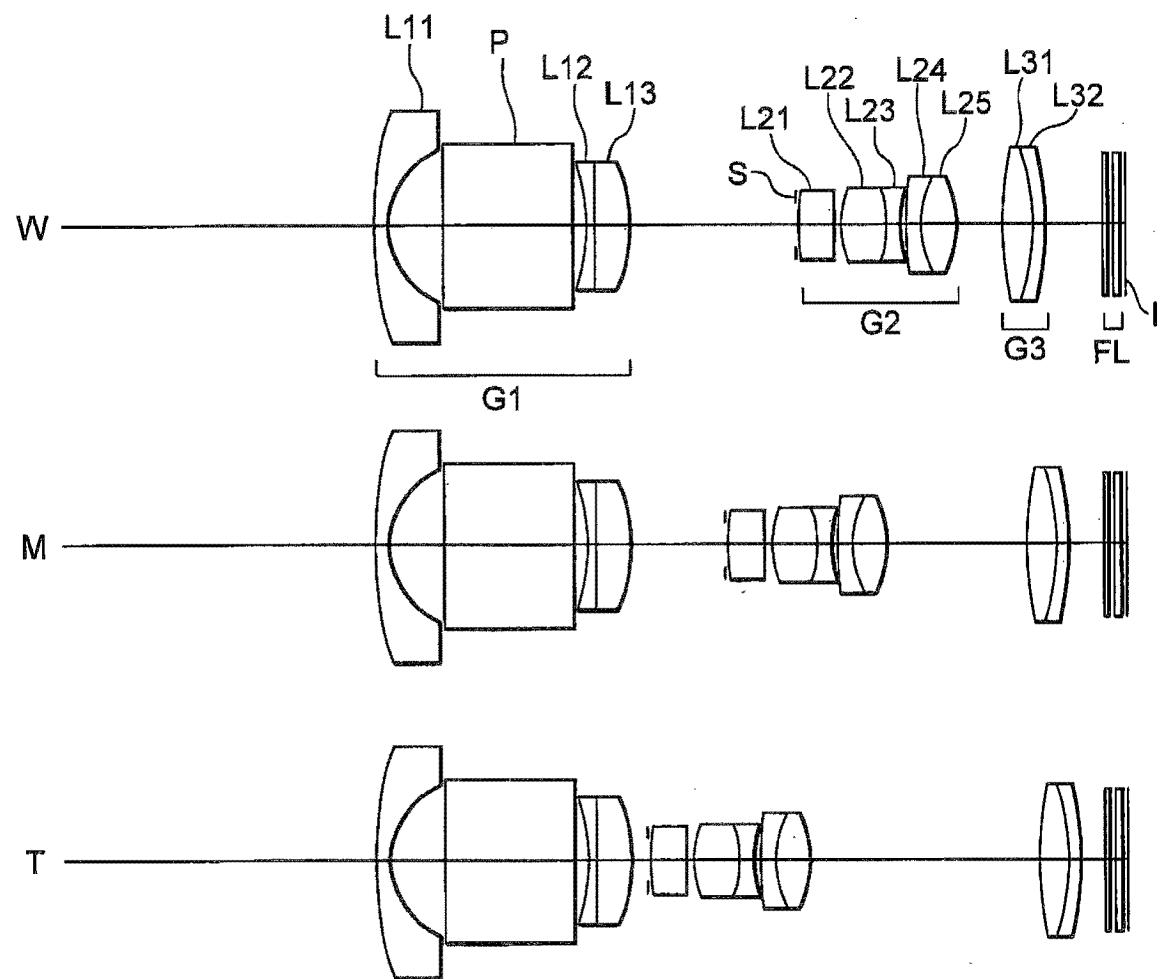


图 1

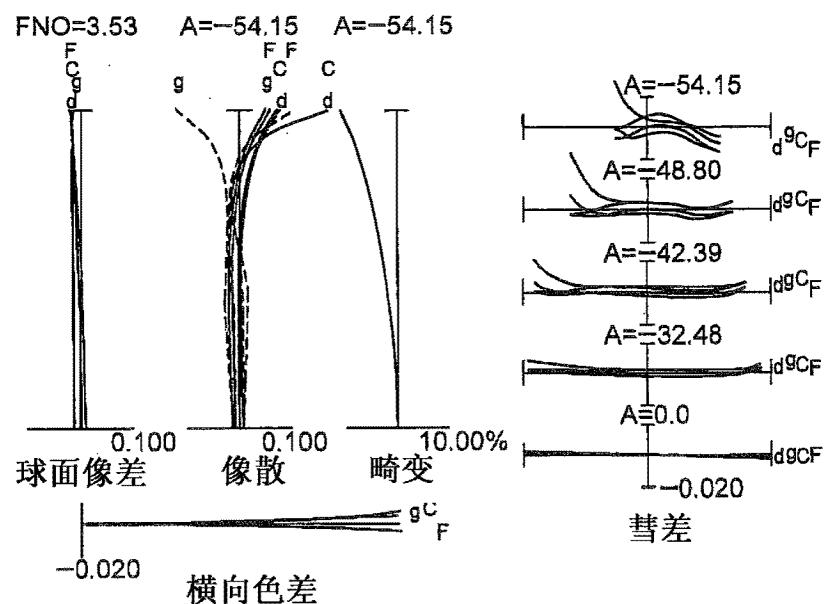


图 2A

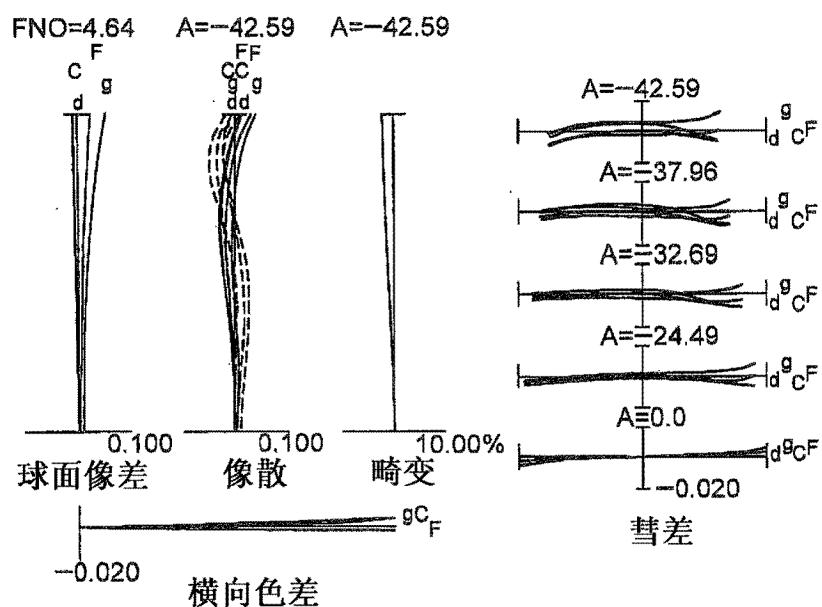


图 2B

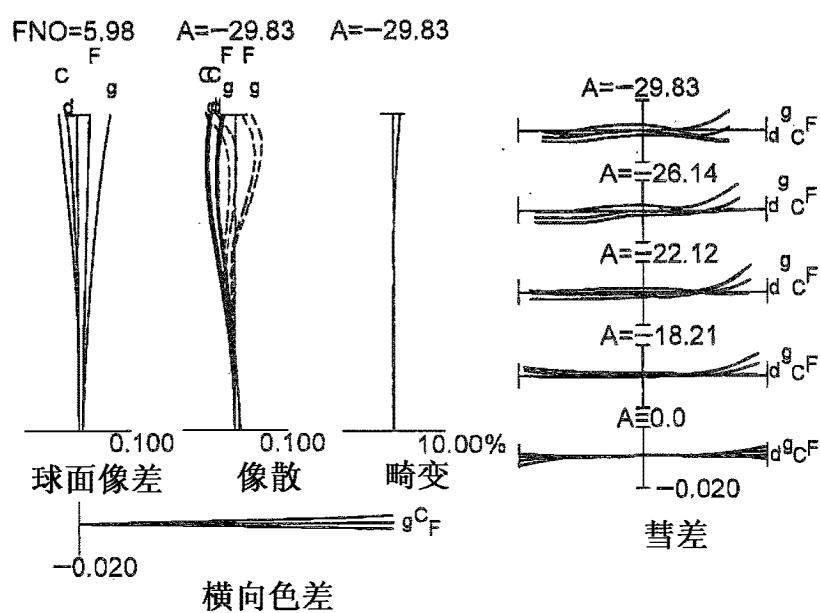


图 2C

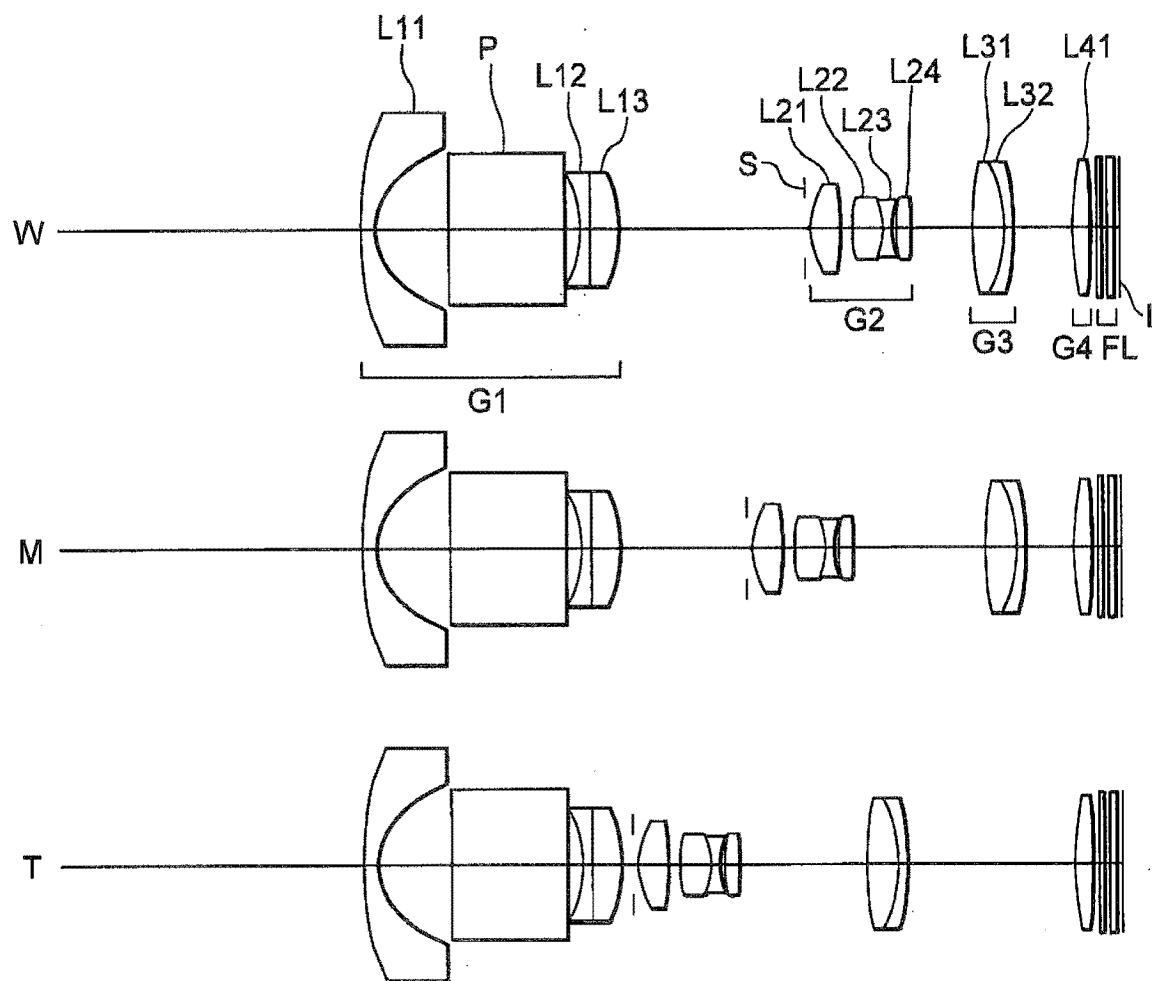


图 3

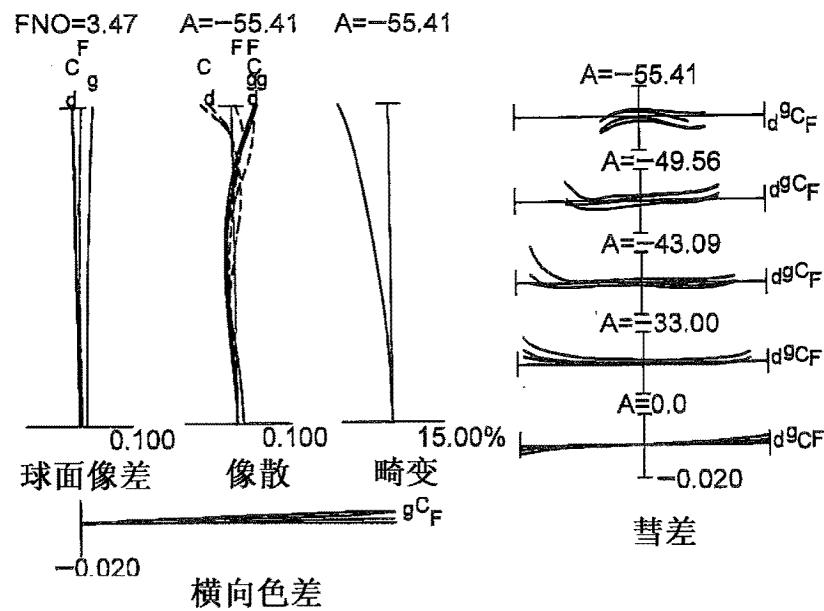


图 4A

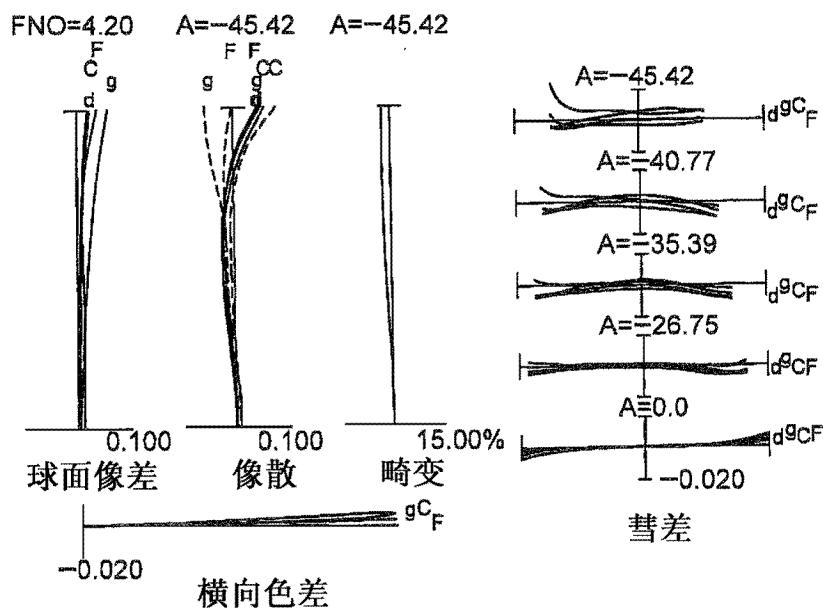


图 4B

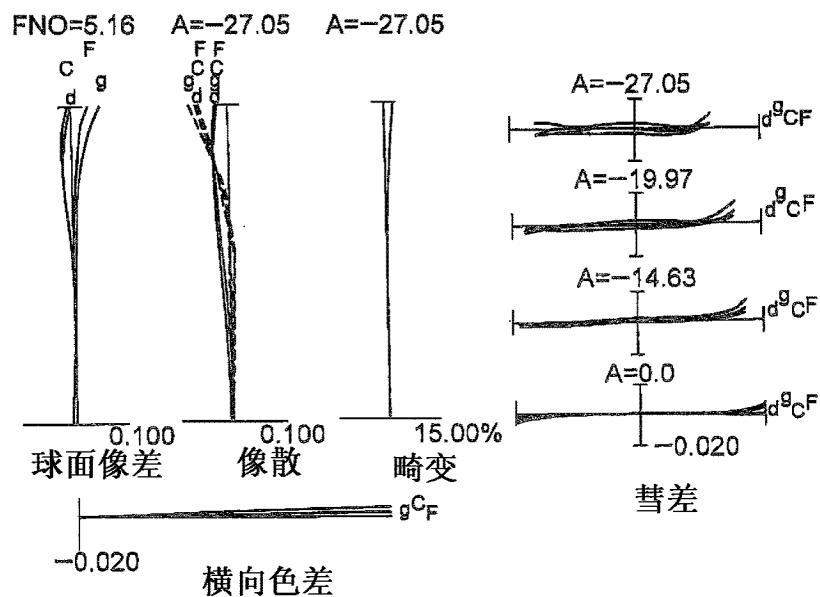


图 4C

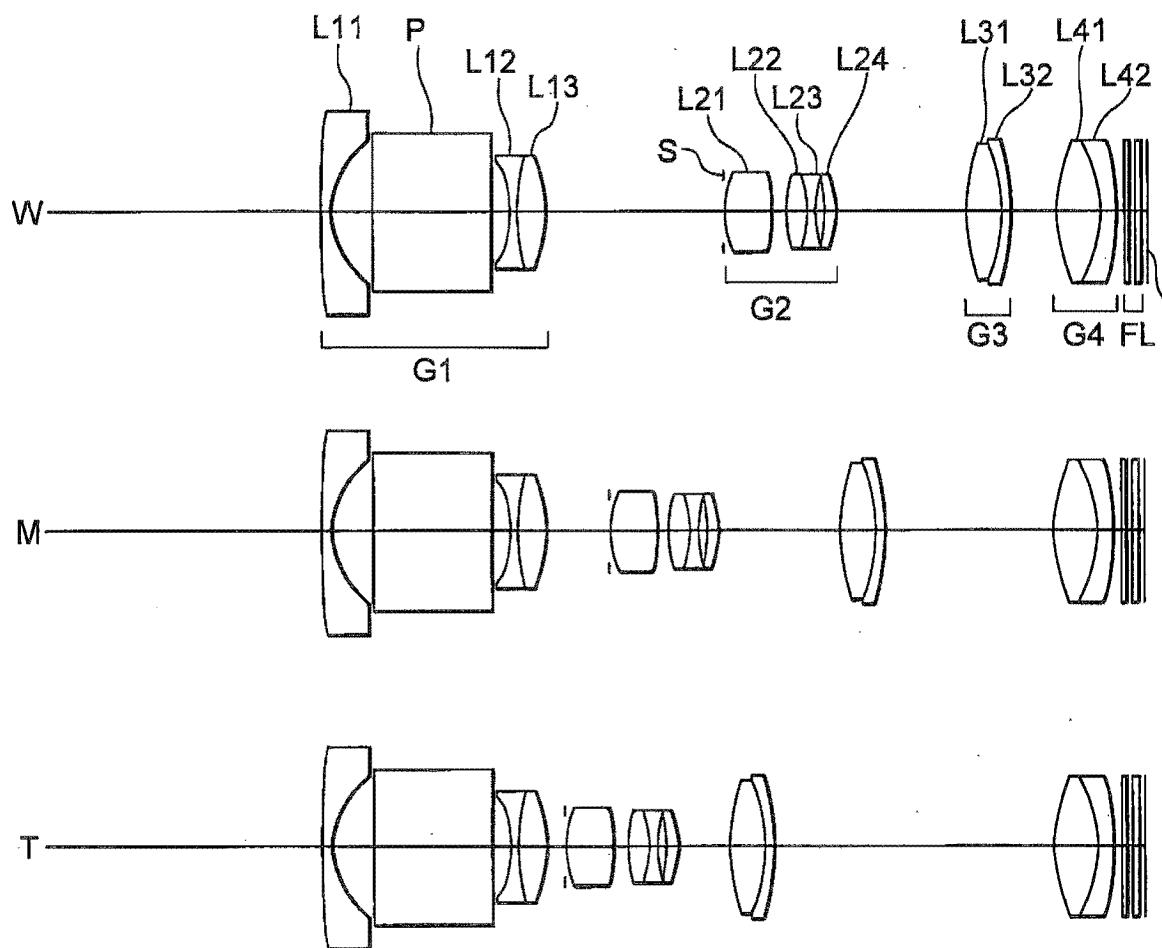


图 5

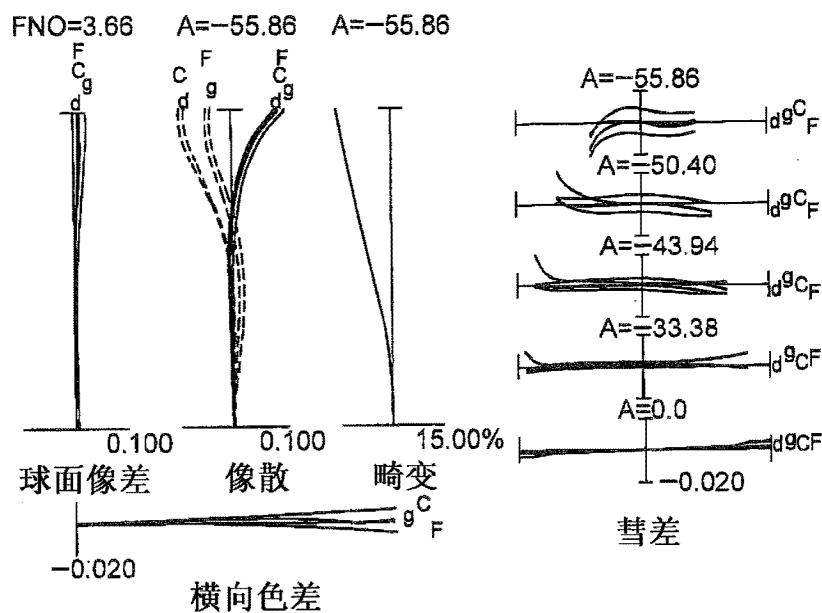


图 6A

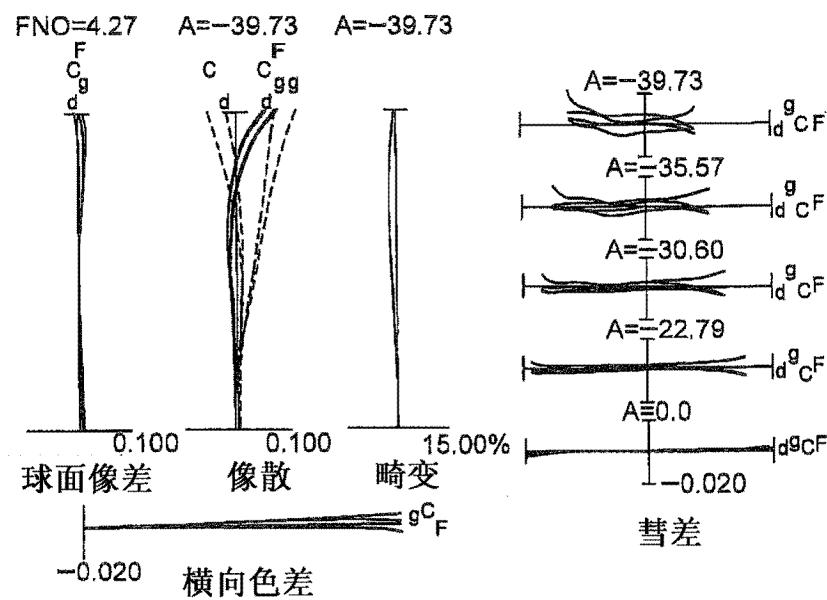


图 6B

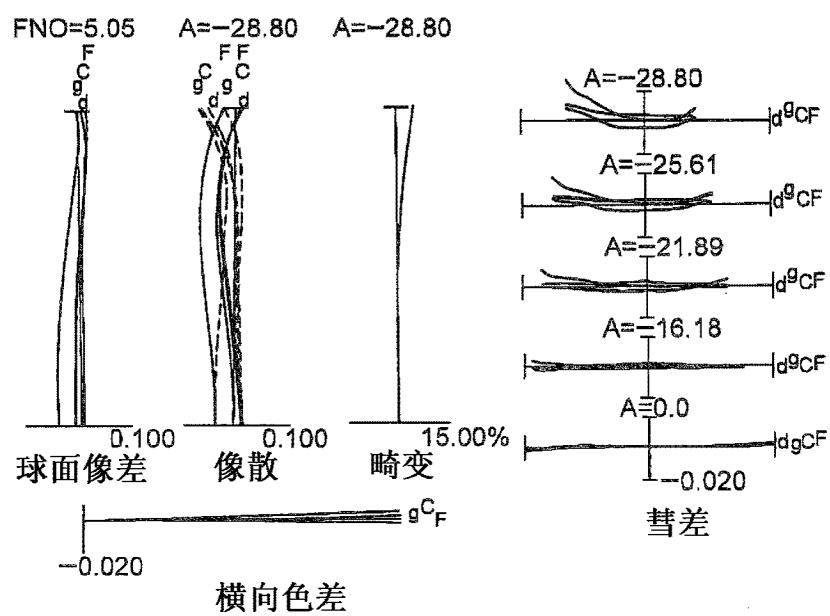


图 6C

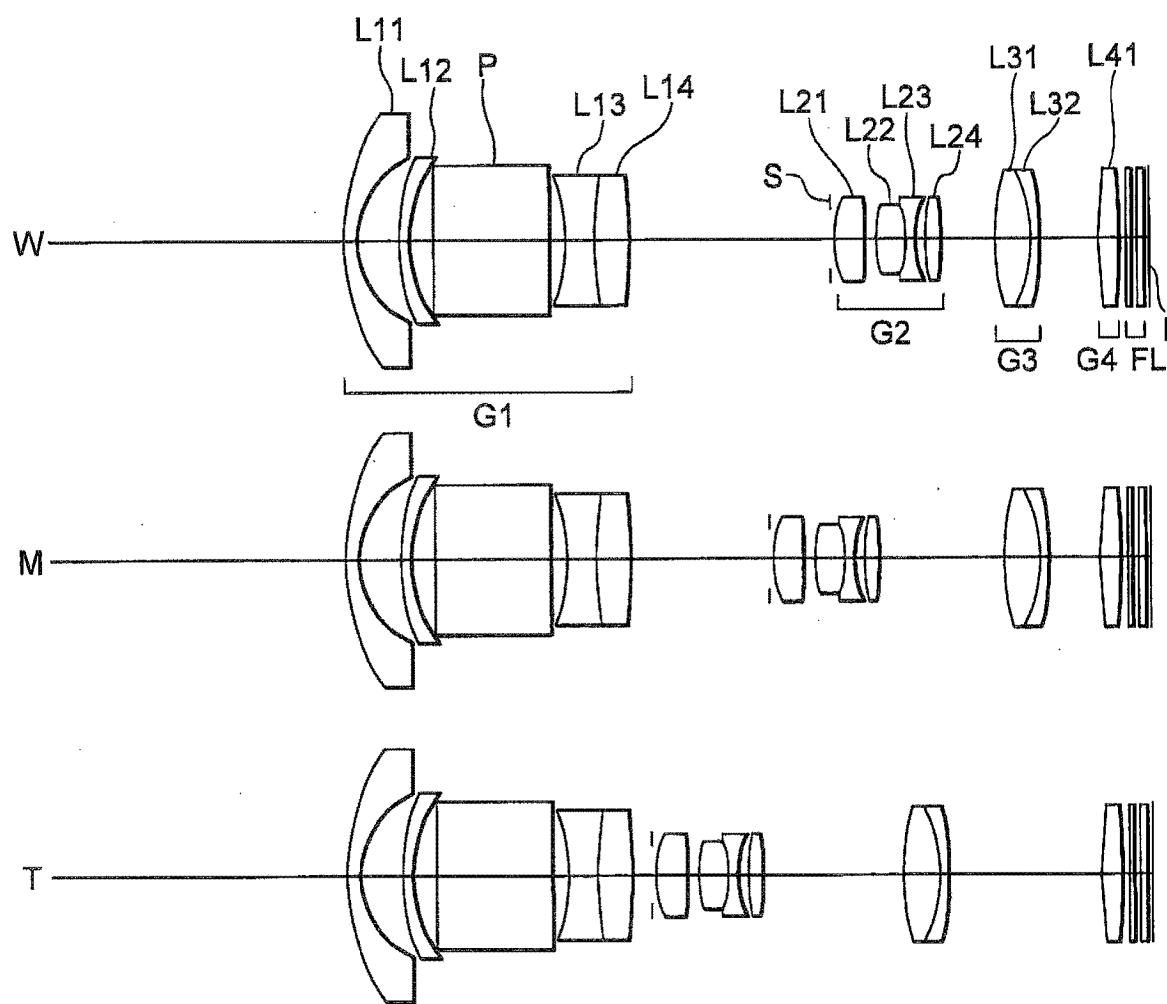


图 7

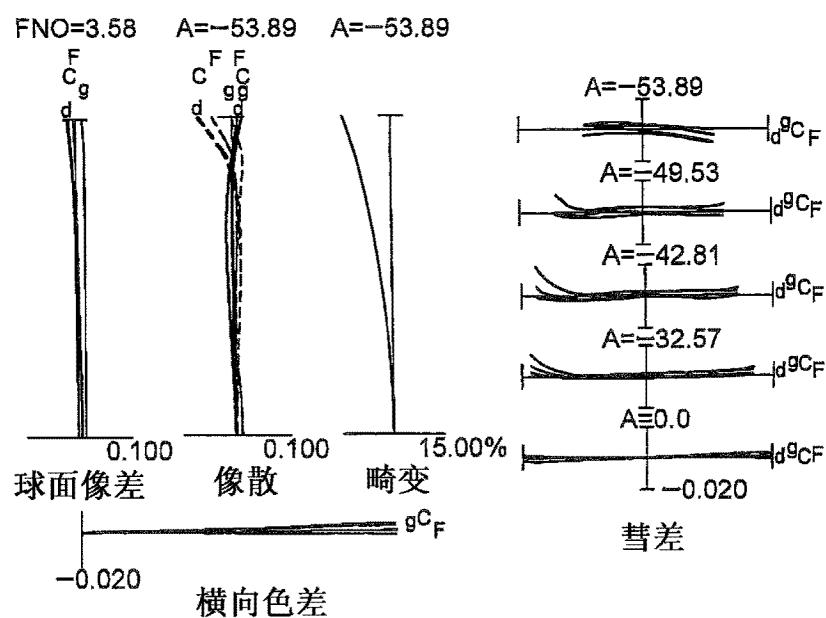


图 8A

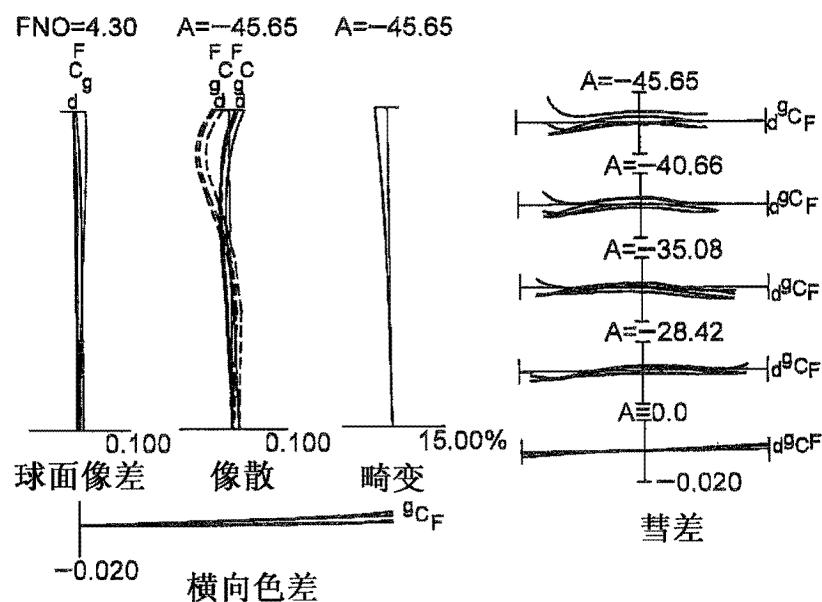


图 8B

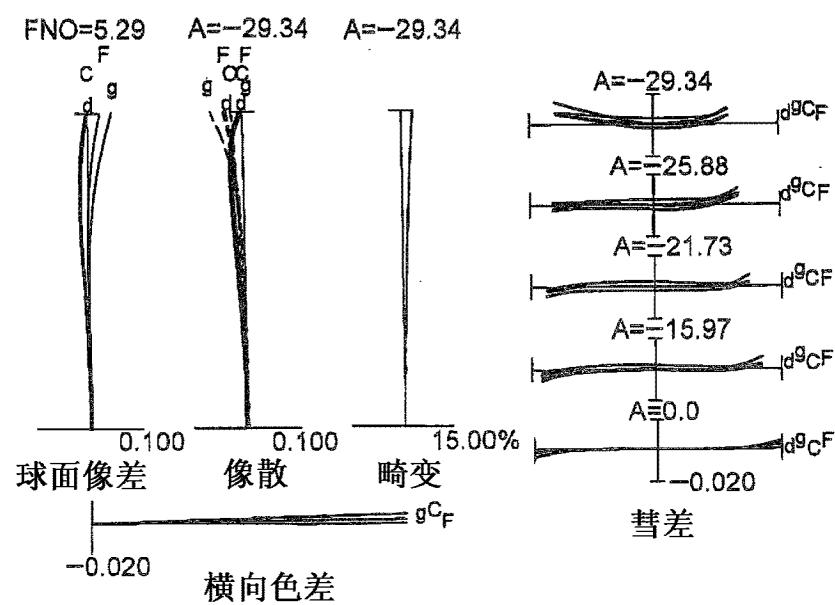


图 8C

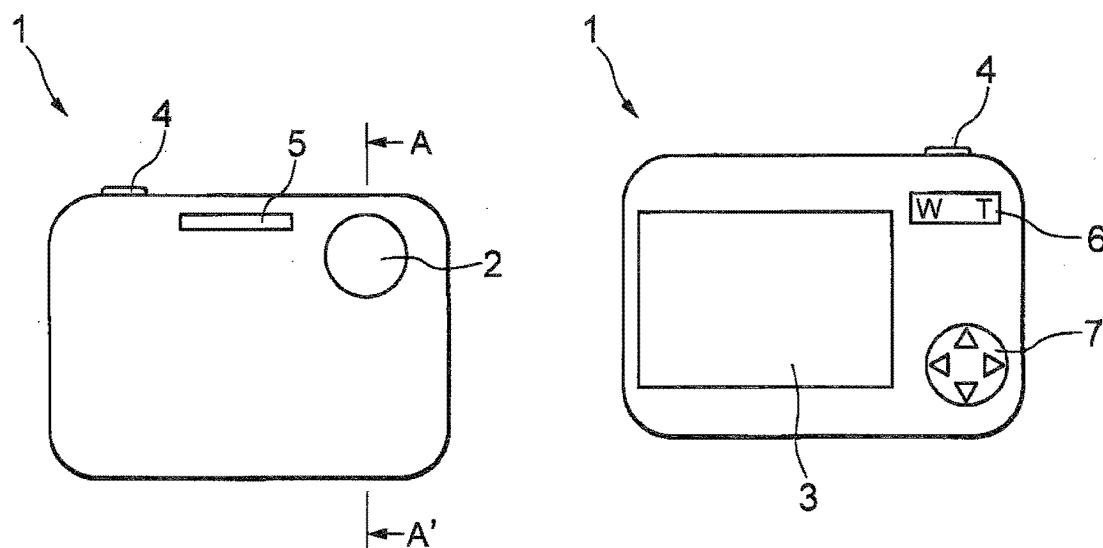


图 9B

图 9A

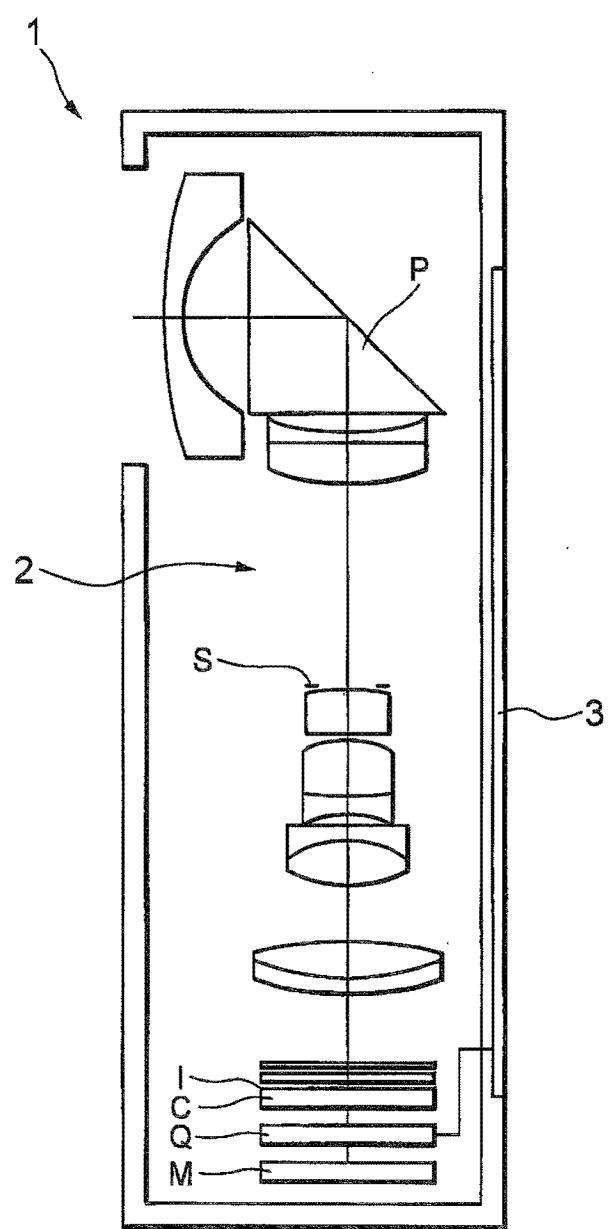


图 10

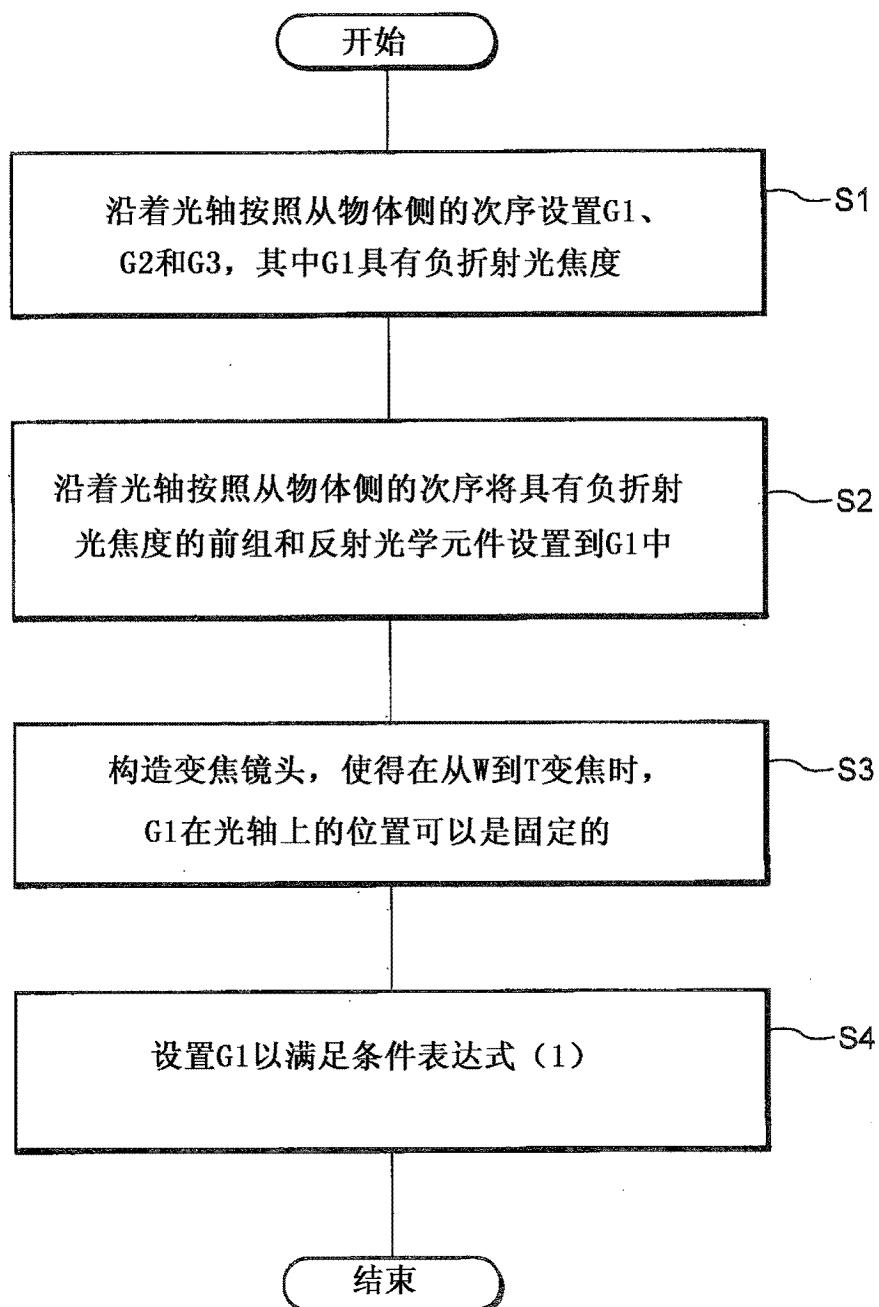


图 11