



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104067157 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 24

(21) 申请号 201280068104. 5

(22) 申请日 2012. 11. 02

(30) 优先权数据

2012-013568 2012. 01. 25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/007035 2012. 11. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/111222 JA 2013. 08. 01

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 石川贵博

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 权太白 谢丽娜

(51) Int. Cl.

G02B 15/20(2006. 01)

G02B 13/18(2006. 01)

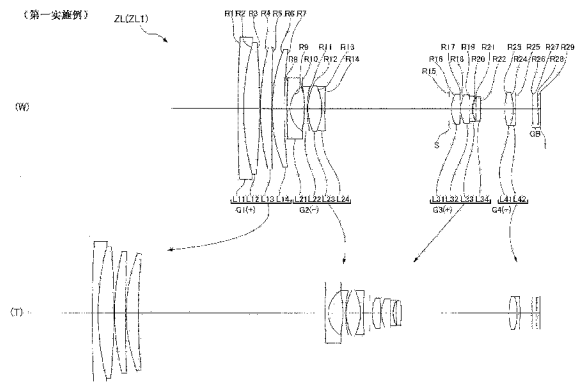
权利要求书2页 说明书21页 附图15页

(54) 发明名称

变焦镜头、光学设备以及变焦镜头的制造方法

(57) 摘要

一种变焦镜头,具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组(G1)、具有负的光焦度的第二透镜组(G2)、具有正的光焦度的第三透镜组(G3)以及具有正的光焦度的第四透镜组(G4),通过使第一透镜组(G1)、第二透镜组(G2)以及第三透镜组(G3)沿光轴移动来进行变倍,并满足条件式(1)、(2): $8.000 < \beta 2T / \beta 2W < 12.000 \dots (1)$, $2.000 < \beta 3T / \beta 3W < 5.000 \dots (2)$,其中, $\beta 2T$:第二透镜组(G2)的远焦端状态下的横向倍率, $\beta 2W$:第二透镜组(G2)的广角端状态下的横向倍率, $\beta 3T$:第三透镜组(G3)的远焦端状态下的横向倍率, $\beta 3W$:第三透镜组(G3)的广角端状态下的横向倍率。



1. 一种变焦镜头,其特征在于,

具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组、具有负的光焦度的第二透镜组、具有正的光焦度的第三透镜组以及具有正的光焦度的第四透镜组,

通过使所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组沿光轴移动来进行变倍,

且满足以下的条件式:

$$8.000 < \beta_{2T} / \beta_{2W} < 12.000$$

$$2.000 < \beta_{3T} / \beta_{3W} < 5.000$$

其中,

β_{2T} :所述第二透镜组的远焦端状态下的横向倍率,

β_{2W} :所述第二透镜组的广角端状态下的横向倍率,

β_{3T} :所述第三透镜组的远焦端状态下的横向倍率,

β_{3W} :所述第三透镜组的广角端状态下的横向倍率。

2. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,

满足以下的条件式:

$$1.000 < (\beta_{2T} / \beta_{2W}) / (\beta_{3T} / \beta_{3W}) < 4.000。$$

3. 根据权利要求1或2所述的变焦镜头,其特征在于,

所述第一透镜组具有从最靠物体侧依次连续地排列的负透镜和正透镜,

且满足以下的条件式:

$$0.000 < (-f_{1c}) / f_1 < 250.000$$

其中,

f_{1c} :构成所述第一透镜组的所述负透镜和所述正透镜的合成焦距,

f_1 :所述第一透镜组(G1)的焦距。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的变焦镜头,其特征在于,

满足以下的条件式:

$$0.400 < f_1 / f_T < 0.500$$

其中,

f_1 :所述第一透镜组的焦距,

f_T :远焦端状态下的整个系统中的合成焦距。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的变焦镜头,其特征在于,

满足以下的条件式:

$$0.000 < f_3 / f_T < 0.180$$

其中,

f_3 :所述第三透镜组的焦距,

f_T :远焦端状态下的整个系统中的合成焦距。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的变焦镜头,其特征在于,

所述第一透镜组由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜、双凸形状的正透镜、将凸面朝向物体侧的第一正弯月形透镜以及将凸面朝向物体侧的第二正弯月形透镜构成,

且满足以下的条件式：

$$0.000 < f_{13}/f_{14} < 5.000$$

其中，

f_{13} ：构成所述第一透镜组的所述第一正弯月形透镜的焦距，

f_{14} ：构成所述第一透镜组的所述第二正弯月形透镜的焦距。

7. 根据权利要求 3～6 中任一项所述的变焦镜头，其特征在于，构成所述第一透镜组的从最靠物体侧依次连续地排列的所述负透镜和所述正透镜被接合在一起。

8. 根据权利要求 1～7 中任一项所述的变焦镜头，其特征在于，所述第三透镜组具有至少一枚非球面透镜。

9. 一种光学设备，其特征在于，搭载有权利要求 1～8 中任一项所述的变焦镜头。

10. 一种变焦镜头的制造方法，所述变焦镜头具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组、具有负的光焦度的第二透镜组、具有正的光焦度的第三透镜组以及具有正的光焦度的第四透镜组，所述变焦镜头的制造方法的特征在于，

以如下方式将各透镜组装在镜头镜筒内：

通过使所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组沿光轴移动来进行变倍，

且满足以下的条件式：

$$8.000 < \beta_{2T}/\beta_{2W} < 12.000$$

$$2.000 < \beta_{3T}/\beta_{3W} < 5.000$$

其中，

β_{2T} ：所述第二透镜组的远焦端状态下的横向倍率，

β_{2W} ：所述第二透镜组的广角端状态下的横向倍率，

β_{3T} ：所述第三透镜组的远焦端状态下的横向倍率，

β_{3W} ：所述第三透镜组的广角端状态下的横向倍率。

变焦镜头、光学设备以及变焦镜头的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦镜头、光学设备以及变焦镜头的制造方法。

背景技术

[0002] 在作为摄像机、电子静态照相机等的摄影镜头而使用的变焦镜头中，正在谋求小型化、高变倍化（例如，参照专利文献 1）。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1：日本特开 2011-85909 号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 近年来，变焦镜头中追求进一步的高倍率化。

[0008] 本发明鉴于这种问题而提出，目的在于提供一种小型、超高画质且高倍率的变焦镜头，光学设备以及变焦镜头的制造方法，其适合于使用固体摄像元件等的摄像机、电子静态照相机等，并且与以往相比具有较大的变倍比。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 为了达成这种目的，本发明的变焦镜头具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组、具有负的光焦度的第二透镜组、具有正的光焦度的第三透镜组以及具有正的光焦度的第四透镜组，通过使所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组沿光轴移动来进行变倍，且满足以下的条件式：

[0011] $8.000 < \beta_{2T} / \beta_{2W} < 12.000$

[0012] $2.000 < \beta_{3T} / \beta_{3W} < 5.000$

[0013] 其中，

[0014] β_{2T} ：所述第二透镜组的远焦端状态下的横向倍率，

[0015] β_{2W} ：所述第二透镜组的广角端状态下的横向倍率，

[0016] β_{3T} ：所述第三透镜组的远焦端状态下的横向倍率，

[0017] β_{3W} ：所述第三透镜组的广角端状态下的横向倍率。

[0018] 优选的是，本发明的变焦镜头满足以下的条件式：

[0019] $1.000 < (\beta_{2T} / \beta_{2W}) / (\beta_{3T} / \beta_{3W}) < 4.000$ 。

[0020] 在本发明的变焦镜头中，优选的是，所述第一透镜组具有从最靠物体侧依次连续地排列的负透镜和正透镜，且满足以下的条件式：

[0021] $0.000 < (-f_{1c}) / f_1 < 250.000$

[0022] 其中，

[0023] f_{1c} ：构成所述第一透镜组的所述负透镜和所述正透镜的合成焦距，

[0024] f_1 ：所述第一透镜组 G1 的焦距。

[0025] 优选的是,本发明的变焦镜头满足以下的条件式:

$$[0026] \quad 0.400 < f1/fT < 0.500$$

[0027] 其中,

[0028] $f1$:所述第一透镜组的焦距,

[0029] fT :远焦端状态下的整个系统中的合成焦距。

[0030] 优选的是,本发明的变焦镜头满足以下的条件式:

$$[0031] \quad 0.000 < f3/fT < 0.180$$

[0032] 其中,

[0033] $f3$:所述第三透镜组的焦距,

[0034] fT :远焦端状态下的整个系统中的合成焦距。

[0035] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第一透镜组由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜、双凸形状的正透镜、将凸面朝向物体侧的第一正弯月形透镜以及将凸面朝向物体侧的第二正弯月形透镜构成,且满足以下的条件式:

$$[0036] \quad 0.000 < f13/f14 < 5.000$$

[0037] 其中,

[0038] $f13$:构成所述第一透镜组的所述第一正弯月形透镜的焦距,

[0039] $f14$:构成所述第一透镜组的所述第二正弯月形透镜的焦距。

[0040] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,构成所述第一透镜组的从最靠物体侧依次连续地排列的所述负透镜和所述正透镜被接合在一起。

[0041] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第三透镜组具有至少一枚非球面透镜。

[0042] 本发明提供一种光学设备(例如,本实施方式的数码静态照相机CAM),其特征在于,搭载有上述任意一种变焦镜头。

[0043] 本发明为一种变焦镜头的制造方法,所述变焦镜头具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组、具有负的光焦度的第二透镜组、具有正的光焦度的第三透镜组以及具有正的光焦度的第四透镜组,其中,以如下方式将各透镜组装在镜头镜筒内:通过使所述第一透镜组、所述第二透镜组以及所述第三透镜组沿光轴移动来进行变倍,且满足以下的条件式:

$$[0044] \quad 8.000 < \beta 2T / \beta 2W < 12.000$$

$$[0045] \quad 2.000 < \beta 3T / \beta 3W < 5.000$$

[0046] 其中,

[0047] $\beta 2T$:所述第二透镜组的远焦端状态下的横向倍率,

[0048] $\beta 2W$:所述第二透镜组的广角端状态下的横向倍率,

[0049] $\beta 3T$:所述第三透镜组的远焦端状态下的横向倍率,

[0050] $\beta 3W$:所述第三透镜组的广角端状态下的横向倍率。

[0051] 发明效果

[0052] 根据本发明,能够提供一种小型、超高画质且高倍率的变焦镜头、光学设备以及变焦镜头的制造方法,其适用于使用固体摄像元件等的摄像机、电子静态照相机等,并且与以往相比具有较大的变倍比。

附图说明

[0053] 图 1 是表示第一实施例的变焦镜头的结构以及从广角端状态 (W) 到远焦端状态 (T) 的变焦轨道的图。

[0054] 图 2 是第一实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是广角端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0055] 图 3 是第一实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是远焦端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0056] 图 4 是表示第二实施例的变焦镜头的结构以及从广角端状态 (W) 到远焦端状态 (T) 的变焦轨道的图。

[0057] 图 5 是第二实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是广角端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0058] 图 6 是第二实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是远焦端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0059] 图 7 是表示第三实施例的变焦镜头的结构以及从广角端状态 (W) 到远焦端状态 (T) 的变焦轨道的图。

[0060] 图 8 是第三实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 广角端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0061] 图 9 是第三实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是远焦端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0062] 图 10 是表示第四实施例的变焦镜头的结构以及从广角端状态 (W) 到远焦端状态 (T) 的变焦轨道的图。

[0063] 图 11 是第四实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是广角端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0064] 图 12 是第四实施例的变焦镜头的各像差图, (a) 是远焦端侧的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0065] 图 13 是对搭载有本实施方式的变焦镜头的数码相机 (光学设备) 进行说明的图, (a) 是主视图, (b) 是后视图。

[0066] 图 14 是沿图 13(a) 的 A-A' 线的剖面图。

[0067] 图 15 是用于对本实施方式的变焦镜头的制造方法进行说明的流程图。

具体实施方式

[0068] 以下, 参照附图对实施方式进行说明。本实施方式的变焦镜头 ZL 如图 1 所示, 具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组 G1、具有负的光焦度的第二透镜组 G2、具有正的光焦度的第三透镜组 G3 和具有正的光焦度的第四透镜组 G4, 通过使第一透镜组 G1、第二透镜组 G2 以及第三透镜组 G3 沿光轴移动来进行变倍, 并满足以下的条件式 (1)、(2)。

$$[0069] \quad 8.000 < \beta_{2T} / \beta_{2W} < 12.000 \cdots (1)$$

$$[0070] \quad 2.000 < \beta_{3T} / \beta_{3W} < 5.000 \cdots (2)$$

[0071] 其中,

[0072] β_{2T} :第二透镜组 G2 的远焦端状态下的横向倍率,

[0073] β_{2W} :第二透镜组 G2 的广角端状态下的横向倍率,

[0074] β_{3T} :第三透镜组 G3 的远焦端状态下的横向倍率,

[0075] β_{3W} :第三透镜组 G3 的广角端状态下的横向倍率。

[0076] 条件式 (1) 是对第二透镜组 G2 中的远焦端状态下的横向倍率 β_{2T} 和广角端状态下的横向倍率 β_{2W} 的比进行规定的式子。若超过条件式 (1) 的上限值,则广角端状态下的畸变以及彗差增大,校正变得困难。另一方面,若低于条件式 (1) 的下限值,则第三透镜组 G3 的倍率变动量变大,球面像差的变动变大,因此难以得到良好的光学性能。

[0077] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (1) 的上限值为 11.5。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (1) 的下限值为 9.5。

[0078] 条件式 (2) 是对第三透镜组 G3 中的远焦端状态下的横向倍率 β_{3T} 和广角端状态下的横向倍率 β_{3W} 的比进行规定的式子。若超过条件式 (2) 的上限值,则第三透镜组 G3 的移动量变大,光学系统全长增大。另外,由变倍引起的球面像差的变动变大,而不优选。另一方面,若低于条件式 (2) 的下限值,则广角端状态下的畸变、彗差的校正变得困难。

[0079] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (2) 的上限值为 4.500。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (2) 的下限值为 3.000。

[0080] 本实施方式的变焦镜头 ZL 优选满足以下的条件式 (3)。

$$[0081] \quad 1.000 < (\beta_{2T}/\beta_{2W}) / (\beta_{3T}/\beta_{3W}) < 4.000 \cdots (3)$$

[0082] 条件式 (3) 是对第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 的由变倍引起的倍率变化的比进行规定的式子。若超过条件式 (3) 的上限值,则彗差的校正变得困难。另一方面,若低于条件式 (3) 的下限值,则第三透镜组 G3 对变倍的影响变大,第三透镜组 G3 的移动量增加,光学系统全长增大。另外,球面像差的校正变得困难。

[0083] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (3) 的上限值为 3.500。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (3) 的下限值为 2.000。

[0084] 本实施方式的变焦镜头 ZL 中,优选的是,第一透镜组 G1 具有从最靠物体侧依次连续地排列的负透镜 L11 和正透镜 L12,并且满足以下的条件式 (4)。

$$[0085] \quad 0.000 < (-f_{1c})/f_1 < 250.000 \cdots (4)$$

[0086] 其中,

[0087] f_{1c} :构成第一透镜组 G1 的(从最靠物体侧依次连续地排列的)负透镜 L11 和正透镜 L12 的合成焦距,

[0088] f_1 :第一透镜组 G1 的焦距。

[0089] 条件式 (4) 是对第一透镜组 G1 的焦距与第一透镜组 G1 的从最靠物体侧连续地排列的负透镜 L11 和正透镜 L12 的合成焦距的比进行规定的式子。若超过条件式 (4) 的上限值,则倍率色像差的校正变得困难。另一方面,若低于条件式 (4) 的下限值,同样,倍率色像差的校正变得困难。

[0090] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (4) 的上限值为 220.0。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (4) 的下限值为 10.0。

[0091] 本实施方式的变焦镜头 ZL 优选满足以下的条件式 (5)。

$$[0092] \quad 0.400 < f_1/f_T < 0.500 \cdots (5)$$

[0093] 其中,

[0094] f_1 :第一透镜组 G1 的焦距,

[0095] f_T :远焦端状态下的整个系统中的合成焦距。

[0096] 条件式 (5) 是对远焦端状态下的整个系统中的焦距 f_T 与第一透镜组 G1 的焦距 f_1 的比进行规定的式子。若超过条件式 (5) 的上限值,则第一透镜组 G1 的光焦度变弱,光学系统全长变长,并且像散、畸变、倍率色像差等轴外像差的校正变得困难。若低于条件式 (5) 的下限值,则第一透镜组 G1 的光焦度变强,像散、畸变、倍率色像差等轴外像差的校正变得困难。

[0097] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (5) 的上限值为 0.470。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (5) 的下限值为 0.420。

[0098] 本实施方式的变焦镜头 ZL 优选满足以下的条件式 (6)。

[0099] $0.000 < f_3 / f_T < 0.180 \cdots (6)$

[0100] 其中,

[0101] f_3 :第三透镜组 G3 的焦距,

[0102] f_T :远焦端状态下的整个系统中的合成焦距。

[0103] 条件式 (6) 是对远焦端状态下的整个系统中的焦距 f_T 与第三透镜组 G3 的焦距 f_3 的比进行规定的式子。若超过条件式 (6) 的上限值,则第三透镜组 G3 的光焦度变弱,变倍时的第三透镜组 G3 的透镜移动量变大,光学系统全长增大。另外,远焦端状态下的像散、彗差的校正变得困难。另一方面,若低于条件式 (6) 的下限值,则第三透镜组 G3 的光焦度变强,整个变焦区域中的球面像差的校正变得困难。

[0104] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (6) 的上限值为 0.12。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (6) 的下限值为 0.05。

[0105] 本实施方式的变焦镜头 ZL 中,优选的是,第一透镜组 G1 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L11、双凸形状的正透镜 L12、将凸面朝向物体侧的第一正弯月形透镜 L13、将凸面朝向物体侧的第二正弯月形透镜 L14 构成,并且满足以下的条件式 (7)。

[0106] $0.000 < f_{13} / f_{14} < 5.000 \cdots (7)$

[0107] 其中,

[0108] f_{13} :构成第一透镜组 G1 的第一正弯月形透镜 L13 的焦距,

[0109] f_{14} :构成第一透镜组 G1 的第二正弯月形透镜 L14 的焦距。

[0110] 条件式 (7) 是对构成第一透镜组 G1 的第一正弯月形透镜 L13 的焦距与第二正弯月形透镜 L14 的焦距的比进行规定的式子。若超过条件式 (7) 的上限值,则倍率色像差的校正变得困难。另一方面,即使低于条件式 (7) 的下限值,同样,倍率色像差的校正也变得困难。

[0111] 为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (7) 的上限值为 2.500。为了确保上述实施方式的效果,优选使条件式 (7) 的下限值为 0.500。

[0112] 本实施方式的变焦镜头 ZL 中,优选的是,将构成第一透镜组 G1 的从最靠物体侧依次连续地排列的负透镜 L11 和正透镜 L12 接合。利用该结构,能够对倍率色像差良好地进行校正。另外,能够降低由偏芯等制造误差引起的光学性能的变差。

[0113] 本实施方式的变焦镜头 ZL 中,优选的是,第三透镜组 G3 具有至少一枚非球面透镜。利用该结构,能够对由变焦引起的球面像差的变动良好地进行校正。

[0114] 在图 13 以及图 14 中,作为具备上述变焦镜头 ZL 的光学设备,示出了数码静态照相机 CAM(光学设备)的结构。数码静态照相机 CAM 中,若按压未图示的电源按钮,则摄影镜头(变焦镜头 ZL)的未图示的快门被释放,变焦镜头 ZL 中来自被摄体(物体)的光被聚光,在配置于像面 I(参照图 1)的摄像元件 C(例如,CCD、CMOS 等)成像。由摄像元件 C 成像的被摄体像被显示在配置于数码静态照相机 CAM 的背后的液晶显示器 M 上。摄影者观察液晶显示器 M 并决定被摄体像的构图后,按下释放按钮 B1 而由摄像元件 C 对被摄体像进行摄影,记录保存于未图示的存储器。

[0115] 在该照相机 CAM 中,配置有在被摄体较暗的情况下发出辅助光的辅助光发光部 EF、将摄影镜头 ZL 从广角端状态(W)向远焦端状态(T)变焦时的广角(W)-远焦(T)按钮 B2、以及用于数码静态照相机 CAM 的各种条件设定等的功能按钮 B3 等。图 13 中,例示了将照相机 CAM 和变焦镜头 ZL 一体地成型的小型照相机,但是作为光学设备,也可以是具有变焦镜头 ZL 的镜头镜筒与照相机机身主体可装卸的单反照相机。

[0116] 接下来,参照图 15,对上述变焦镜头 ZL 的制造方法进行说明。首先,在镜筒内组装第一透镜组 G1、第二透镜组 G2、第三透镜组 G3 和第四透镜组(步骤 ST10)。在该组装步骤中,以使第一透镜组 G1 具有正的光焦度、第二透镜组 G2 具有负的光焦度、第三透镜组 G3 具有正的光焦度、第四透镜组 G4 具有正的光焦度的方式组装各透镜。接下来,以通过使第一透镜组 G1、第二透镜组 G2 以及第三透镜组 G3 沿光轴移动来进行变倍的方式组装各透镜(步骤 ST20)。并且,以满足以下的条件式(1)、(2)的方式组装各透镜(步骤 ST30)。

[0117] $8.0 < \beta_{2T} / \beta_{2W} < 12.0$

[0118] $2.0 < \beta_{3T} / \beta_{3W} < 5.0$

[0119] 其中,

[0120] β_{2T} :第二透镜组 G2 的远焦端状态下的横向倍率,

[0121] β_{2W} :第二透镜组 G2 的广角端状态下的横向倍率,

[0122] β_{3T} :第三透镜组 G3 的远焦端状态下的横向倍率,

[0123] β_{3W} :第三透镜组 G3 的广角端状态下的横向倍率。

[0124] 在此,列举本实施方式的透镜配置的一例,如图 1 所示,作为第一透镜组 G1,沿光轴从物体侧依次排列地配置有将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L11 和双凸形状的正透镜 L12 的接合透镜、将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L13、以及将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L14。作为第二透镜组 G2,沿光轴从物体侧依次排列地配置有将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L21、双凹形状的负透镜 L22、以及双凸形状的正透镜 L23 和双凹形状的负透镜 L24 的接合透镜。作为第三透镜组 G3,沿光轴从物体侧依次排列地配置有双凸形状的正透镜 L31、双凸形状的正透镜 L32 和双凹形状的负透镜 L33 的接合透镜、以及双凸形状的正透镜 L34。作为第四透镜组 G4,沿光轴从物体侧依次排列地配置有双凸形状的正透镜 L41 和双凹形状的负透镜 L42 的接合透镜。并且,以与条件式(1)对应的值成为 11.428、与条件式(2)对应的值成为 3.346 的方式组装各透镜。

[0125] 根据如上所述的本实施方式的变焦镜头的制造方法,能够得到一种小型、超高画质且高倍率的变焦镜头,其适合于使用固体摄像元件等的摄像机、电子静态照相机等,并且

与以往相比具有较大的变倍比。

[0126] 实施例

[0127] 以下,基于附图对本实施方式的各实施例进行说明。以下,示出了表1~表4,这些是第一实施例~第四实施例中的各参数的表。

[0128] 在表中的[透镜参数]中,面编号表示沿光线行进的方向的从物体侧开始的光学面的顺序,R表示各光学面的曲率半径,D表示从各光学面到下一个光学面(或像面)为止的光轴上的距离即面间隔,nd表示透镜的材质的对d线(波长587.56nm)的折射率,vd表示透镜的材质的以d线(波长587.56nm)为基准的阿贝数。物面表示物体面,(可变)表示可变的面间隔,曲率半径R的栏的“∞”表示平面或开口,(光圈S)表示孔径光阑S,像面表示像面I。省略空气的折射率“1.000000”。在透镜面是非球面的情况下,在面编号上附加“*”符号,在曲率半径R的栏表示近轴曲率半径。

[0129] 在表中的[非球面数据]中,针对[透镜参数]所示的非球面,由下式(a)表示其形状。X(y)表示从非球面的顶点的切平面到高度y处的非球面上的位置为止的、沿光轴方向的距离,R表示基准球面的曲率半径(近轴曲率半径),κ表示圆锥系数,A_i表示第i级的非球面系数。“E-n”表示“×10⁻ⁿ”。例如,1.234E-05 = 1.234×10⁻⁵。

[0130] $X(y) = y^2/[R \times \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\}] + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10}$

[0131] …(a)

[0132] 在表中的[整体参数]中,f表示焦距,FNo表示F值,ω表示半视场角,Y表示像高,TL表示透镜全长,Bf表示从配置于最靠像面侧的光学部件的像面侧的面到近轴像面为止的距离,Bf(空气换算)表示从最终光学面到近轴像面为止的空气换算后的距离。

[0133] 在表中的[变焦数据]中,广角端状态、中间焦距状态(中间位置1、中间位置2)以及远焦端状态各状态下的D_i(其中i为整数)表示第i面和第(i+1)面的可变间隔。

[0134] 在表中的[变焦镜头组数据]中,G表示组编号,组初面表示各组的最靠物体侧的面编号,组焦距表示各组的焦距,透镜结构长度表示从各组的最靠物体侧的光学面到最靠像侧的光学面为止的光轴上的距离。

[0135] 在表中的[条件式]中,表示与上述条件式(1)~(7)对应的值。

[0136] 以下,全部的参数值中,所记载的焦距f、曲率半径R、面间隔D、其他长度等,在没有特别记载的情况下通常使用“mm”,但是光学系统即使比例放大或比例缩小也能够得到同等的光学性能,因此不限于此。单位不限于“mm”,能够使用其他适当的单位。

[0137] 至此的表的说明在全部的实施例中通用,在下文中省略说明。

[0138] (第一实施例)

[0139] 针对第一实施例,使用图1~图3以及表1进行说明。图1表示第一实施例的变焦镜头ZL(ZL1)的结构以及从广角端状态(W)到远焦端状态(T)的变焦轨道。如图1所示,第一实施例的变焦镜头ZL1具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组G1、具有负的光焦度的第二透镜组G2、以对光量进行调节为目的的孔径光阑S、具有正的光焦度的第三透镜组G3、以及具有正的光焦度的第四透镜组G4。

[0140] 第一透镜组G1由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L11和双凸形状的正透镜L12的接合透镜、将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13、以及将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L14构成。

[0141] 第二透镜组 G2 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L21、双凹形状的负透镜 L22、以及双凸形状的正透镜 L23 和双凹形状的负透镜 L24 的接合透镜构成。

[0142] 第三透镜组 G3 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L31、双凸形状的正透镜 L32 和双凹形状的负透镜 L33 的接合透镜、以及双凸形状的正透镜 L34 构成。

[0143] 第四透镜组 G4 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L41 和双凹形状的负透镜 L42 的接合透镜构成。

[0144] 在第四透镜组 G4 和像面 I 之间,具有用于将配置于像面 I 的 CCD 等固体摄像元件 C(参照图 14) 的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等玻璃片 GB。

[0145] 在这种结构的变焦镜头 ZL1 中,在进行从广角端状态向远焦端状态的变焦时,四组 G1 ~ G4 全部移动。第一透镜组 G1 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第二透镜组 G2 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第三透镜组 G3 向物体侧移动。第四透镜组 G4 暂且移动到物体侧移动,其后向像面侧移动。决定明亮度的孔径光阑 S 在变焦时与第三透镜组 G3 成为一体地向物体侧移动。

[0146] 下述表 1 中示出了第一实施例中的各个参数的值。表 1 中的面编号 1 ~ 29 与图 1 所示的曲率半径 R1 ~ R29 的各光学面对应。第一实施例中,第 16 面、第 17 面以及第 23 面形成为非球面形状。

[0147] (表 1)

[0148] [透镜参数]

[0149]

| 面编号 | R | D | nd | vd |
|-----|------------|--------|----------|-------|
| 物面 | ∞ | | | |
| 1 | 412.30075 | 1.8000 | 1.910820 | 35.25 |
| 2 | 77.68700 | 4.9000 | 1.497820 | 82.57 |
| 3 | -223.83094 | 0.2000 | | |
| 4 | 75.01111 | 3.4000 | 1.593190 | 67.90 |
| 5 | 499.88766 | 0.2000 | | |
| 6 | 48.85931 | 3.7000 | 1.497820 | 82.57 |
| 7 | 163.17602 | D7(可变) | | |
| 8 | 165.36645 | 1.0000 | 1.883000 | 40.66 |
| 9 | 8.17164 | 4.4000 | | |
| 10 | -32.79256 | 0.9000 | 1.772500 | 49.62 |

[0150]

| | | | | |
|----------|------------|---------|----------|-------|
| 11 | 32.79246 | 0.2000 | | |
| 12 | 16.09628 | 4.2000 | 1.805180 | 25.45 |
| 13 | -16.09150 | 1.0000 | 1.883000 | 40.66 |
| 14 | 127.68134 | D14(可变) | | |
| 15(光圈 S) | ∞ | 0.7500 | | |
| *16(非球面) | 9.81373 | 2.7000 | 1.592010 | 67.05 |
| *17(非球面) | -68.66479 | 0.2000 | | |
| 18 | 9.70432 | 2.8000 | 1.497820 | 82.57 |
| 19 | -145.68100 | 0.8000 | 1.834000 | 37.18 |
| 20 | 7.04759 | 1.0000 | | |
| 21 | 34.45254 | 1.5000 | 1.696800 | 55.52 |
| 22 | -81.24847 | D22(可变) | | |
| *23(非球面) | 19.15655 | 2.6000 | 1.589130 | 61.24 |
| 24 | -14.15100 | 0.8000 | 1.806100 | 40.97 |
| 25 | -97.95614 | D25(可变) | | |
| 26 | ∞ | 0.2100 | 1.516800 | 63.88 |
| 27 | ∞ | 1.2180 | | |
| 28 | ∞ | 0.5000 | 1.516800 | 63.88 |
| 29 | ∞ | Bf | | |
| 像面 | ∞ | | | |

[0151] [非球面数据]

[0152] 第16面

[0153] $\kappa = 0.1984, A4 = 3.17120E-05, A6 = 7.05970E-08, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[0154] 第17面

[0155] $\kappa = 1.0000, A4 = 2.57380E-05, A6 = -1.94070E-07, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[0156] 第23面

[0157] $\kappa = 1.0000, A4 = 1.83790E-05, A6 = 4.45010E-07, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[0158] [整体参数]

[0159]

变焦比 39.9886

| | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| f | 4.40980 | 14.72028 | 48.49180 | 176.34171 |
| FNo | 2.95264 | 3.89687 | 4.70155 | 5.92411 |
| ω | 44.16109 | 14.40594 | 4.84247 | 1.29650 |
| Y | 7.00000 | 7.80000 | 7.80000 | 7.80000 |
| TL | 92.98918 | 97.96238 | 121.39314 | 137.60557 |
| Bf | 0.54001 | 0.56750 | 0.52297 | 0.53000 |
| Bf(空气换算) | 2.22610 | 2.25359 | 2.20906 | 2.21609 |

[0160] [变焦数据]

[0161]

| 可变间隔 | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|------|----------|----------|----------|----------|
| D7 | 0.79232 | 19.42241 | 43.88299 | 57.39749 |
| D14 | 38.06029 | 14.21343 | 6.32958 | 1.84990 |
| D22 | 7.55011 | 8.83913 | 7.76965 | 33.23994 |
| D25 | 5.06845 | 13.94191 | 21.90995 | 3.61024 |

[0162] [变焦镜头组数据]

[0163]

| 组编号 | 组初面 | 组焦距 | 透镜结构长度 |
|-----|-----|----------|--------|
| G1 | 1 | 76.09594 | 14.2 |
| G2 | 8 | -8.63242 | 11.7 |
| G3 | 16 | 18.32034 | 9.0 |
| G4 | 23 | 41.75620 | 3.4 |

[0164] [条件式]

[0165] 条件式 (1) $\beta_{2T}/\beta_{2W} = 11.428$

[0166] 条件式 (2) $\beta_{3T}/\beta_{3W} = 3.346$

[0167] 条件式 (3) $(\beta_{2T}/\beta_{2W})/(\beta_{3T}/\beta_{3W}) = 3.416$

[0168] 条件式 (4) $(-f_{1c})/f_1 = 15.387$

[0169] 条件式 (5) $f_1/f_T = 0.432$

[0170] 条件式 (6) $f_3/f_T = 0.104$

[0171] 条件式 (7) $f_{13}/f_{14} = 1.070$

[0172] 根据表 1, 可知在本实施例的变焦镜头 ZL1 中, 满足上述条件式 (1) ~ (7)。

[0173] 图 2、图 3 是第一实施例的变焦镜头 ZL1 的各像差图。图 2(a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 2(b) 是广角端侧的中间焦距状态 (中间位置 1) 下的摄

影距离无限远处的各像差图,图 3(a) 是远焦端侧的中间焦距状态(中间位置 2)下的摄影距离无限远处的各像差图,图 3(b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0174] 各像差图中,FNO 表示 F 值,Y 表示像高。d、g、C、F 分别表示 d 线(波长 587.6nm)、g 线(波长 435.8nm)、C 线(波长 656.3nm)、F 线(波长 486.1nm)下的像差。另外,没有记载的参数表示 d 线下的像差。球面像差图中,实线表示球面像差,虚线表示正弦条件。像散图中,实线表示弧矢像面,虚线表示子午像面。彗差图中,实线表示子午彗差。与这些像差图相关的说明在其他实施例中同样,省略其说明。

[0175] 如从各像差图所明确的那样,可知在第一实施例中,在从广角端状态到远焦端状态的各焦距状态下,对各像差良好地进行了校正,具有优良的光学性能。

[0176] (第二实施例)

[0177] 针对第二实施例,使用图 4~图 6 以及表 2 进行说明。图 4 表示第二实施例的变焦镜头 ZL(ZL2) 的结构以及从广角端状态(W)到远焦端状态(T)的变焦轨道。如图 4 所示,第二实施例的变焦镜头 ZL2 具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组 G1、具有负的光焦度的第二透镜组 G2、以调节光量为目的的孔径光阑 S、具有正的光焦度的第三透镜组 G3、以及具有正的光焦度的第四透镜组 G4。

[0178] 第一透镜组 G1 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L11 和双凸形状的正透镜 L12 的接合透镜、将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L13、以及将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L14 构成。

[0179] 第二透镜组 G2 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L21、双凹形状的负透镜 L22、以及双凸形状的正透镜 L23 和双凹形状的负透镜 L24 的接合透镜构成。

[0180] 第三透镜组 G3 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L31、双凸形状的正透镜 L32 和双凹形状的负透镜 L33 的接合透镜、以及双凸形状的正透镜 L34 构成。

[0181] 第四透镜组 G4 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L41 和双凹形状的负透镜 L42 的接合透镜构成。

[0182] 在第四透镜组 G4 和像面 I 之间,具有用于将配置于像面 I 的 CCD 等固体摄像元件 C(参照图 14)的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等玻璃片 GB。

[0183] 在这种结构的变焦镜头 ZL2 中,在进行从广角端状态向远焦端状态的变焦时,四组 G1~G4 全部移动。第一透镜组 G1 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第二透镜组 G2 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第三透镜组 G3 向物体侧移动。第四透镜组 G4 暂且移动到物体侧,其后向像面侧移动。决定明亮度的孔径光阑 S 在变焦时与第三透镜组 G3 成为一体地向物体侧移动。

[0184] 在下述表 2 中示出了第二实施例中的各个参数的值。表 2 中的面编号 1~29 与图 4 所示的曲率半径 R1~R29 的各光学面对应。第二实施例中,第 16 面、第 17 面以及第 23 面形成为非球面形状。

[0185] (表 2)

[0186] [透镜参数]

[0187]

| 面编号 | R | D | nd | vd |
|----------|------------|---------|----------|-------|
| 物面 | ∞ | | | |
| 1 | 283.06952 | 1.8000 | 1.910820 | 35.25 |
| 2 | 72.60510 | 4.5000 | 1.497820 | 82.57 |
| 3 | -304.35686 | 0.2000 | | |
| 4 | 84.52853 | 3.1000 | 1.593190 | 67.90 |
| 5 | 568.82459 | 0.1000 | | |
| 6 | 46.26078 | 3.4000 | 1.497820 | 82.57 |
| 7 | 180.94577 | D7(可变) | | |
| 8 | 179.45982 | 1.1000 | 1.883000 | 40.66 |
| 9 | 8.25988 | 4.7000 | | |
| 10 | -34.37822 | 0.9000 | 1.772500 | 49.62 |
| 11 | 33.00000 | 0.2000 | | |
| 12 | 16.18455 | 4.3000 | 1.805180 | 25.45 |
| 13 | -16.76824 | 1.0000 | 1.883000 | 40.66 |
| 14 | 113.85579 | D14(可变) | | |
| 15(光圈 S) | ∞ | 0.7500 | | |
| *16(非球面) | 9.71915 | 2.7000 | 1.592010 | 67.05 |
| *17(非球面) | -44.55755 | 0.2000 | | |
| 18 | 9.84576 | 2.6000 | 1.497820 | 82.57 |
| 19 | -92.91989 | 1.0000 | 1.834000 | 37.18 |
| 20 | 7.10012 | 1.1000 | | |
| 21 | 211.67189 | 1.6000 | 1.622990 | 58.12 |
| 22 | -32.06775 | D22(可变) | | |
| *23(非球面) | 16.78819 | 2.6000 | 1.583130 | 59.44 |
| 24 | -52.89708 | 0.8000 | 1.801000 | 34.92 |

[0188]

| | | | | |
|----|----------|---------|----------|-------|
| 25 | 79.14781 | D25(可变) | | |
| 26 | ∞ | 0.2100 | 1.516800 | 63.88 |
| 27 | ∞ | 0.3900 | | |
| 28 | ∞ | 0.5000 | 1.516800 | 63.88 |
| 29 | ∞ | Bf | | |
| 像面 | ∞ | | | |

[0189] [非球面数据]

[0190] 第16面

[0191] $\kappa = -0.5897, A4 = 0.00000E+00, A6 = 1.22900E-04, A8 = 1.00000E-10, A10 = 0.00000E+00$

[0192] 第17面

[0193] $\kappa = 1.0000, A4 = 0.00000E+00, A6 = 3.15630E-05, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[0194] 第23面

[0195] $\kappa = 1.0000, A4 = 0.00000E+00, A6 = 9.02550E-07, A8 = 8.28710E-08, A10 = 0.00000E+00$

[0196] [整体参数]

[0197]

变焦比 39.9999

| | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| f | 4.40751 | 15.75000 | 47.65007 | 176.29995 |
| F No | 3.02205 | 4.08208 | 4.83707 | 6.03400 |
| ω | 43.89468 | 15.37917 | 4.76117 | 1.29699 |
| Y | 7.00000 | 7.80000 | 7.80000 | 7.80000 |
| TL | 94.06373 | 99.20994 | 118.35183 | 135.38379 |
| Bf | 0.52998 | 0.53000 | 0.53004 | 0.53001 |
| Bf(空气换算) | 1.38807 | 1.38809 | 1.38813 | 1.38810 |

[0198] [变焦数据]

[0199]

| 可变间隔 | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|------|----------|----------|----------|----------|
| D7 | 0.90012 | 21.99174 | 42.53034 | 57.00992 |
| D14 | 39.65400 | 14.41779 | 6.45605 | 1.85000 |

[0200]

| | | | | |
|-----|---------|----------|----------|----------|
| D22 | 8.63375 | 7.55812 | 5.13598 | 33.14971 |
| D25 | 4.99588 | 15.36228 | 24.34942 | 3.49414 |

[0201] [变焦镜头组数据]

[0202]

| 组编号 | 组初面 | 组焦距 | 透镜结构长度 |
|-----|-----|----------|--------|
| G1 | 1 | 75.48616 | 13.1 |
| G2 | 8 | -8.68323 | 11.2 |
| G3 | 16 | 18.33665 | 9.2 |
| G4 | 23 | 46.90145 | 3.0 |

[0203] [条件式]

[0204] 条件式 (1) $\beta_{2T}/\beta_{2W} = 11.461$

[0205] 条件式 (2) $\beta_{3T}/\beta_{3W} = 3.356$

[0206] 条件式 (3) $(\beta_{2T}/\beta_{2W})/(\beta_{3T}/\beta_{3W}) = 3.415$

[0207] 条件式 (4) $(-f_{1c})/f_1 = 16.341$

[0208] 条件式 (5) $f_1/f_T = 0.428$

[0209] 条件式 (6) $f_3/f_T = 0.104$

[0210] 条件式 (7) $f_{13}/f_{14} = 0.955$

[0211] 根据表 2, 可知在本实施例的变焦镜头 ZL2 中, 满足上述条件式 (1) ~ (7)。

[0212] 图 5、图 6 是第二实施例的变焦镜头 ZL2 的各像差图。图 5(a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 5(b) 是广角端侧的中间焦距状态 (中间位置 1) 下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 6(a) 是远焦端侧的中间焦距状态 (中间位置 2) 下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 6(b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0213] 如从各像差图所明确的那样, 可知在第二实施例中, 在从广角端状态到远焦端状态的各焦距状态下, 对各像差良好地进行了校正, 具有优良的光学性能。

[0214] (第三实施例)

[0215] 针对第三实施例, 使用图 7 ~ 图 9 以及表 3 进行说明。图 7 表示第三实施例的变焦镜头 ZL(ZL3) 的结构以及从广角端状态 (W) 到远焦端状态 (T) 的变焦轨道。如图 7 所示, 第三实施例的变焦镜头 ZL3 具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组 G1、具有负的光焦度的第二透镜组 G2、以调节光量为目的的孔径光阑 S、具有正的光焦度的第三透镜组 G3、以及具有正的光焦度的第四透镜组 G4。

[0216] 第一透镜组 G1 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L11 和双凸形状的正透镜 L12 的接合透镜、将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L13、以及将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L14 构成。

[0217] 第二透镜组 G2 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L21、双凹形状的负透镜 L22、以及双凸形状的正透镜 L23 和双凹形状的负透镜 L24 的接合透镜构成。

[0218] 第三透镜组 G3 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L31、双凸形状的

正透镜 L32 和双凹形状的负透镜 L33 的接合透镜、以及双凸形状的正透镜 L34 构成。

[0219] 第四透镜组 G4 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L41 和双凹形状的负透镜 L42 的接合透镜构成。

[0220] 在第四透镜组 G4 和像面 I 之间,具有用于将配置于像面 I 的 CCD 等固体摄像元件 C(参照图 14) 的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等玻璃片 GB。

[0221] 这种结构的变焦镜头 ZL3 中,在进行从广角端状态向远焦端状态的变焦时,四组 G1 ~ G4 全部移动。第一透镜组 G1 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第二透镜组 G2 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第三透镜组 G3 向物体侧移动。第四透镜组 G4 暂且移动到物体侧,其后向像面侧移动。决定明亮度的孔径光阑 S 在变焦时与第三透镜组 G3 成为一体地向物体侧移动。

[0222] 在下述表 3 中示出了第三实施例中的各个参数的值。表 3 中的面编号 1 ~ 29 与图 7 所示的曲率半径 R1 ~ R29 的各光学面对应。第三实施例中,第 16 面以及第 17 面形成非球面形状。

[0223] (表 3)

[0224] [透镜参数]

[0225]

| 面编号 | R | D | nd | vd |
|----------|------------|---------|----------|-------|
| 物面 | ∞ | | | |
| 1 | 230.00522 | 1.8000 | 1.910820 | 35.25 |
| 2 | 68.77195 | 4.5000 | 1.497820 | 82.57 |
| 3 | -500.00000 | 0.2000 | | |
| 4 | 80.00000 | 3.1000 | 1.593190 | 67.90 |
| 5 | 500.00000 | 0.1000 | | |
| 6 | 48.16185 | 3.3000 | 1.497820 | 82.57 |
| 7 | 199.38301 | D7(可变) | | |
| 8 | 166.85228 | 1.1000 | 1.883000 | 40.66 |
| 9 | 8.34622 | 4.7000 | | |
| 10 | -32.85273 | 0.9000 | 1.772500 | 49.62 |
| 11 | 30.00000 | 0.2000 | | |
| 12 | 16.50872 | 4.2000 | 1.805180 | 25.45 |
| 13 | -16.38950 | 1.0000 | 1.883000 | 40.66 |
| 14 | 216.20873 | D14(可变) | | |
| 15(光圈 S) | ∞ | 0.7500 | | |

[0226]

| | | | | |
|----------|------------|---------|----------|-------|
| *16(非球面) | 10.24319 | 2.6000 | 1.592010 | 67.05 |
| *17(非球面) | -46.48107 | 0.2000 | | |
| 18 | 8.93536 | 2.7000 | 1.497820 | 82.57 |
| 19 | -94.78769 | 1.0000 | 1.834000 | 37.18 |
| 20 | 6.95896 | 1.1000 | | |
| 21 | 1506.33490 | 1.5000 | 1.622990 | 58.12 |
| 22 | -29.33694 | D22(可变) | | |
| 23 | 17.22546 | 2.0000 | 1.603110 | 60.69 |
| 24 | -318.54169 | 0.8000 | 1.728250 | 28.38 |
| 25 | 57.74706 | D25(可变) | | |
| 26 | ∞ | 0.2100 | 1.516800 | 63.88 |
| 27 | ∞ | 0.3900 | | |
| 28 | ∞ | 0.5000 | 1.516800 | 63.88 |
| 29 | ∞ | Bf | | |
| 像面 | ∞ | | | |

[0227] [非球面数据]

[0228] 第16面

[0229] $\kappa = 0.3109, A4 = 2.51210E-05, A6 = 0.00000E+00, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[0230] 第17面

[0231] $\kappa = 1.0000, A4 = 5.04950E-05, A6 = -2.70670E-07, A8 = 0.00000E+00, A10 = 0.00000E+00$

[0232] [整体参数]

[0233]

变焦比 39.9886

| | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| f | 4.40750 | 15.70000 | 47.60002 | 176.29996 |
| FNo | 2.96386 | 3.90301 | 4.70997 | 5.93418 |
| ω | 43.99729 | 14.40752 | 4.84236 | 1.29664 |
| Y | 7.00000 | 7.80000 | 7.80000 | 7.80000 |
| TL | 94.54670 | 98.80721 | 118.62344 | 136.68582 |

[0234]

| | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| Bf | 0.52981 | 0.52982 | 0.52981 | 0.52983 |
| Bf(空气换算) | 1.38790 | 1.38791 | 1.38790 | 1.38792 |

[0235] [变焦数据]

[0236]

| 可变间隔 | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|------|----------|----------|----------|----------|
| D7 | 0.90008 | 22.18093 | 43.24314 | 57.57312 |
| D14 | 40.34674 | 14.15888 | 6.15694 | 1.84999 |
| D22 | 9.57957 | 8.02997 | 6.24456 | 34.53537 |
| D25 | 4.34049 | 15.05761 | 23.59898 | 3.34750 |

[0237] [变焦镜头组数据]

[0238]

| 组编号 | 组初面 | 组焦距 | 透镜结构长度 |
|-----|-----|----------|--------|
| G1 | 1 | 76.47010 | 13.0 |
| G2 | 8 | -8.79235 | 11.1 |
| G3 | 16 | 18.35583 | 9.1 |
| G4 | 23 | 43.90000 | 2.8 |

[0239] [条件式]

[0240] 条件式 (1) $\beta_{2T}/\beta_{2W} = 9.957$

[0241] 条件式 (2) $\beta_{3T}/\beta_{3W} = 4.047$

[0242] 条件式 (3) $(\beta_{2T}/\beta_{2W})/(\beta_{3T}/\beta_{3W}) = 2.460$

[0243] 条件式 (4) $(-f_{1c})/f_1 = 12.758$

[0244] 条件式 (5) $f_1/f_T = 0.434$

[0245] 条件式 (6) $f_3/f_T = 0.104$

[0246] 条件式 (7) $f_{13}/f_{14} = 1.264$

[0247] 根据表 3, 可知在本实施例的变焦镜头 ZL3 中, 满足上述条件式 (1) ~ (7)。

[0248] 图 8、图 9 是第三实施例的变焦镜头 ZL3 的各像差图。图 8(a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 8(b) 是广角端侧的中间焦距状态 (中间位置 1) 下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 9(a) 是远焦端侧的中间焦距状态 (中间位置 2) 下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 9(b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0249] 如从各像差图所明确的那样, 可知在第三实施例中, 在从广角端状态到远焦端状态的各焦距状态下, 对各像差良好地进行了校正, 具有优良的光学性能。

[0250] (第四实施例)

[0251] 针对第四实施例, 使用图 10 ~ 图 12 以及表 4 进行说明。图 10 表示第四实施例的变焦镜头 ZL(ZL4) 的结构以及从广角端状态 (W) 到远焦端状态 (T) 的变焦轨道。如图 10 所示, 第四实施例的变焦镜头 ZL4 具备沿光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第一透镜组 G1、具有负的光焦度的第二透镜组 G2、以调节光量为目的的孔径光阑 S、具有正的光

焦度的第三透镜组 G3、以及具有正的光焦度的第四透镜组 G4。

[0252] 第一透镜组 G1 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L11 和双凸形状的正透镜 L12 的接合透镜、将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L13、以及将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 L14 构成。

[0253] 第二透镜组 G2 由沿光轴从物体侧依次排列的将凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 L21、双凹形状的负透镜 L22、以及双凸形状的正透镜 L23 和双凹形状的负透镜 L24 的接合透镜构成。

[0254] 第三透镜组 G3 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L31、双凸形状的正透镜 L32 和双凹形状的负透镜 L33 的接合透镜、以及双凸形状的正透镜 L34 构成。

[0255] 第四透镜组 G4 由沿光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 L41 和双凹形状的负透镜 L42 的接合透镜构成。

[0256] 在第四透镜组 G4 和像面 I 之间,具有用于将配置于像面 I 的 CCD 等固体摄像元件 C(参照图 14) 的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等玻璃片 GB。

[0257] 在这种结构的变焦镜头 ZL4 中,在进行从广角端状态向远焦端状态变焦时,四组 G1 ~ G4 全部移动。第一透镜组 G1 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第二透镜组 G2 暂且移动到像面侧,其后向物体侧移动。第三透镜组 G3 向物体侧移动。第四透镜组 G4 暂且移动到物体侧,其后向像面侧移动。决定明亮度的孔径光阑 S 在变焦时与第三透镜组 G3 成为一体地向物体侧移动。

[0258] 在下述表 4 中示出了第四实施例中的各个参数的值。表 4 中的面编号 1 ~ 29 与图 10 所示的曲率半径 R1 ~ R29 的各光学面对应。第四实施例中,第 16 面以及第 17 面形成为非球面形状。

[0259] (表 4)

[0260] [透镜参数]

[0261]

| 面编号 | R | D | nd | vd |
|-----|------------|--------|----------|-------|
| 物面 | ∞ | | | |
| 1 | 167.29543 | 1.8000 | 1.910820 | 35.25 |
| 2 | 63.23329 | 4.5000 | 1.497820 | 82.57 |
| 3 | -500.00000 | 0.2000 | | |
| 4 | 99.41733 | 3.1000 | 1.593190 | 67.90 |
| 5 | 350.84136 | 0.1000 | | |
| 6 | 45.02202 | 3.3000 | 1.497820 | 82.57 |
| 7 | 230.89655 | D7(可变) | | |
| 8 | 190.31326 | 1.1000 | 1.883000 | 40.66 |

[0262]

| | | | | |
|----------|------------|---------|----------|-------|
| 9 | 8.38972 | 4.7000 | | |
| 10 | -30.08685 | 0.9000 | 1.772500 | 49.62 |
| 11 | 32.50000 | 0.2000 | | |
| 12 | 17.08009 | 3.9000 | 1.805180 | 25.45 |
| 13 | -16.09896 | 1.0000 | 1.883000 | 40.66 |
| 14 | 350.51787 | D14(可变) | | |
| 15(光圈 S) | ∞ | 0.7500 | | |
| *16(非球面) | 9.72750 | 2.7000 | 1.592010 | 67.05 |
| *17(非球面) | -51.19870 | 0.2000 | | |
| 18 | 10.17110 | 2.8000 | 1.497820 | 82.57 |
| 19 | -163.28833 | 1.0000 | 1.910820 | 35.25 |
| 20 | 7.42942 | 1.0000 | | |
| 21 | 51.85674 | 1.5000 | 1.744000 | 44.81 |
| 22 | -47.77585 | D22(可变) | | |
| 23 | 17.27551 | 2.0000 | 1.568830 | 56.00 |
| 24 | -65.06416 | 0.8000 | 1.717360 | 29.57 |
| 25 | 85.03748 | D25(可变) | | |
| 26 | ∞ | 0.2100 | 1.516800 | 63.88 |
| 27 | ∞ | 0.3900 | | |
| 28 | ∞ | 0.5000 | 1.516800 | 63.88 |
| 29 | ∞ | Bf | | |
| 像面 | ∞ | | | |

[0263] [非球面数据]

[0264] 第 16 面

[0265] $\kappa = 0.6029$, $A4 = -3.14970E-05$, $A6 = 0.00000E+00$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

[0266] 第 17 面

[0267] $\kappa = 1.0000$, $A4 = 2.96080E-05$, $A6 = 1.02230E-07$, $A8 = 0.00000E+00$, $A10 = 0.00000E+00$

[0268] [整体参数]

[0269]

变焦比 40.28332

| | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| f | 4.37650 | 15.70000 | 47.60002 | 176.29996 |
| F No | 2.95264 | 3.89687 | 4.70155 | 5.92411 |
| ω | 44.16109 | 14.40594 | 4.84247 | 1.29650 |
| Y | 7.00000 | 7.80000 | 7.80000 | 7.80000 |
| TL | 94.71619 | 98.50713 | 118.32336 | 136.38573 |
| Bf | 0.52981 | 0.52982 | 0.52981 | 0.52983 |
| Bf(空气换算) | 1.38790 | 1.38791 | 1.38790 | 1.38792 |

[0270] [变焦数据]

[0271]

| 可变间隔 | 广角端 | 中间位置 1 | 中间位置 2 | 远焦端 |
|------|----------|----------|----------|----------|
| D7 | 0.89982 | 22.02219 | 43.08440 | 57.41438 |
| D14 | 40.73580 | 14.15890 | 6.15696 | 1.85001 |
| D22 | 9.45006 | 7.93856 | 6.15315 | 34.44396 |
| D25 | 4.45070 | 15.20767 | 23.74904 | 3.49756 |

[0272] [变焦镜头组数据]

[0273]

| 组编号 | 组初面 | 组焦距 | 透镜结构长度 |
|-----|-----|----------|--------|
| G1 | 1 | 76.47010 | 13.0 |
| G2 | 8 | -8.79235 | 10.8 |
| G3 | 16 | 18.35583 | 9.2 |
| G4 | 23 | 43.90000 | 2.8 |

[0274] [条件式]

[0275] 条件式 (1) $\beta_{2T}/\beta_{2W} = 10.979$

[0276] 条件式 (2) $\beta_{3T}/\beta_{3W} = 3.573$

[0277] 条件式 (3) $(\beta_{2T}/\beta_{2W})/(\beta_{3T}/\beta_{3W}) = 3.072$

[0278] 条件式 (4) $(-f_{1c})/f_1 = 218.652$

[0279] 条件式 (5) $f_1/f_T = 0.434$

[0280] 条件式 (6) $f_3/f_T = 0.104$

[0281] 条件式 (7) $f_{13}/f_{14} = 2.084$

[0282] 根据表 4, 可知在本实施例的变焦镜头 ZL4 中, 满足上述条件式 (1) ~ (7)。

[0283] 图 11、图 12 是第四实施例的变焦镜头 ZL4 的各像差图。图 11(a) 是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, 图 11(b) 是广角端侧的中间焦距状态 (中间位置 1) 下的

摄影距离无限远处的各像差图,图 12(a) 是远焦端侧的中间焦距状态(中间位置 2)下的摄影距离无限远处的各像差图,图 12(b) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0284] 如从各像差图所明确的那样,可知在第四实施例中,在从广角端状态到远焦端状态的各焦距状态下,对各像差良好地进行了校正,具有优良的光学性能。

[0285] 为了使本发明更加容易理解,附加了实施方式的构成要件而进行了说明,但是本发明当然并不限于此。

[0286] 标号说明

[0287] ZL(ZL1 ~ ZL4) 变焦镜头

[0288] G1 第一透镜组

[0289] G2 第二透镜组

[0290] G3 第三透镜组

[0291] G4 第四透镜组

[0292] S 孔径光阑

[0293] GB 玻璃片

[0294] C 固体摄像元件

[0295] I 像面

[0296] CAM 数码静态照相机(光学设备)

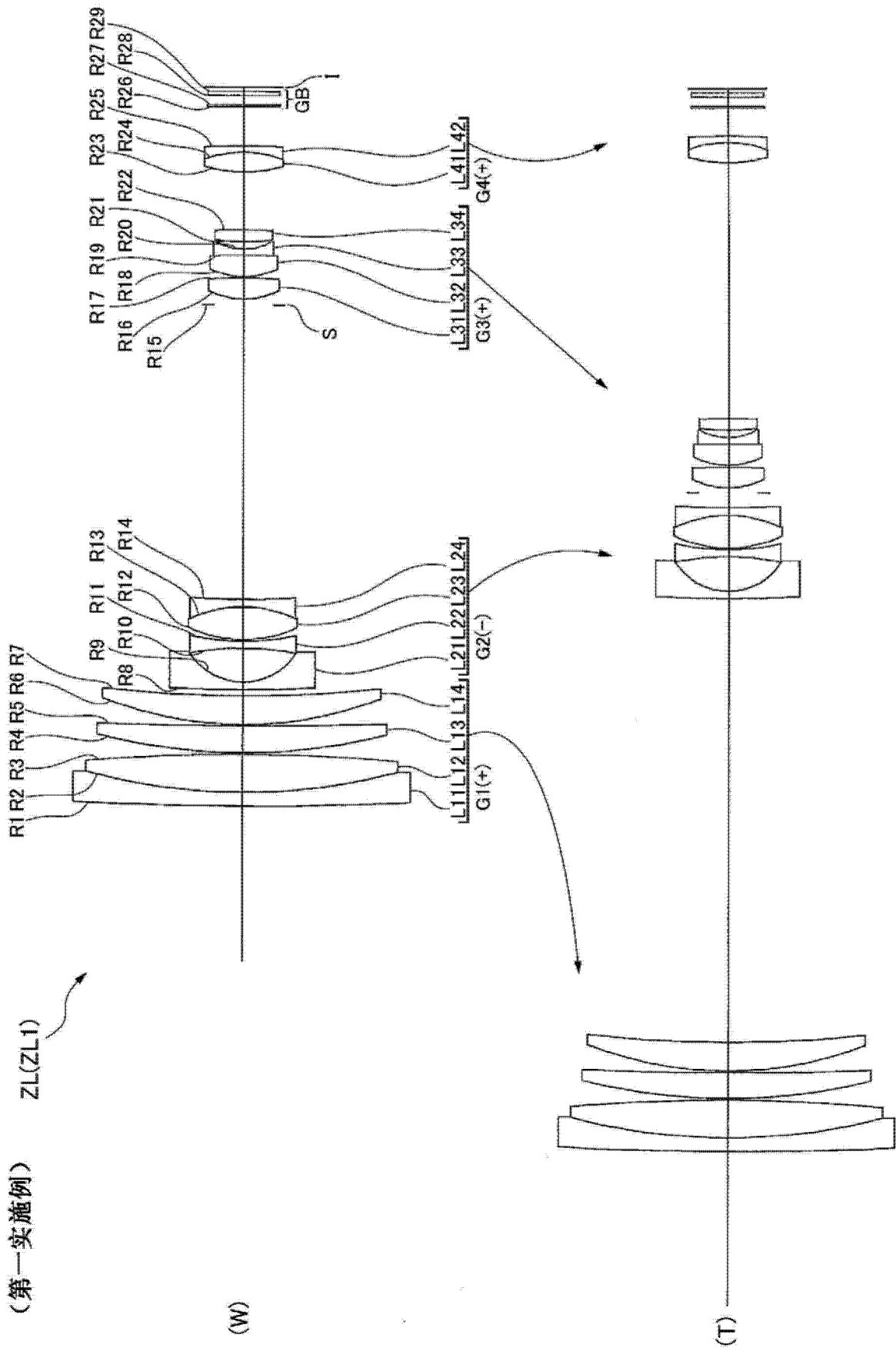


图 1

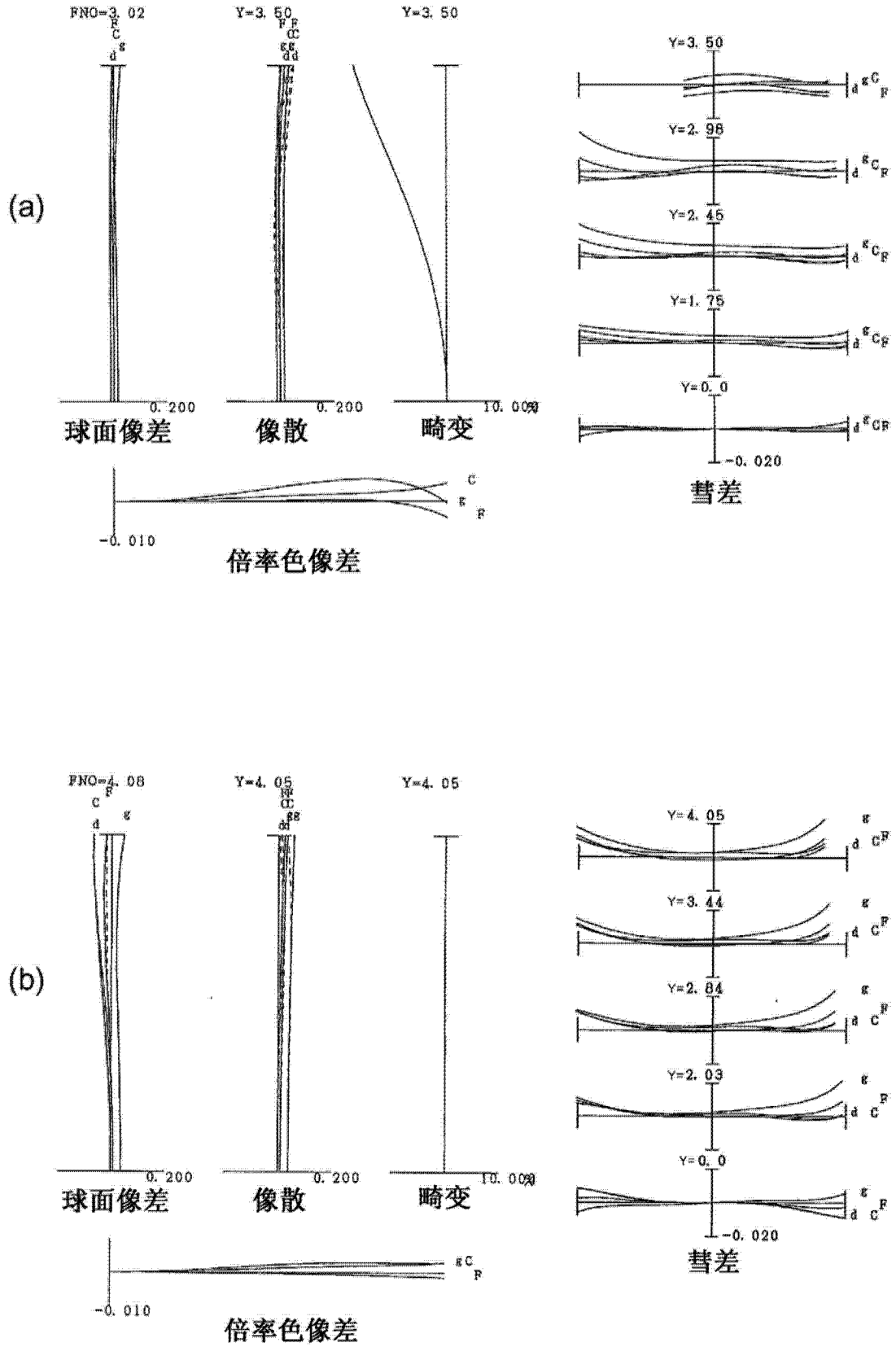


图 2

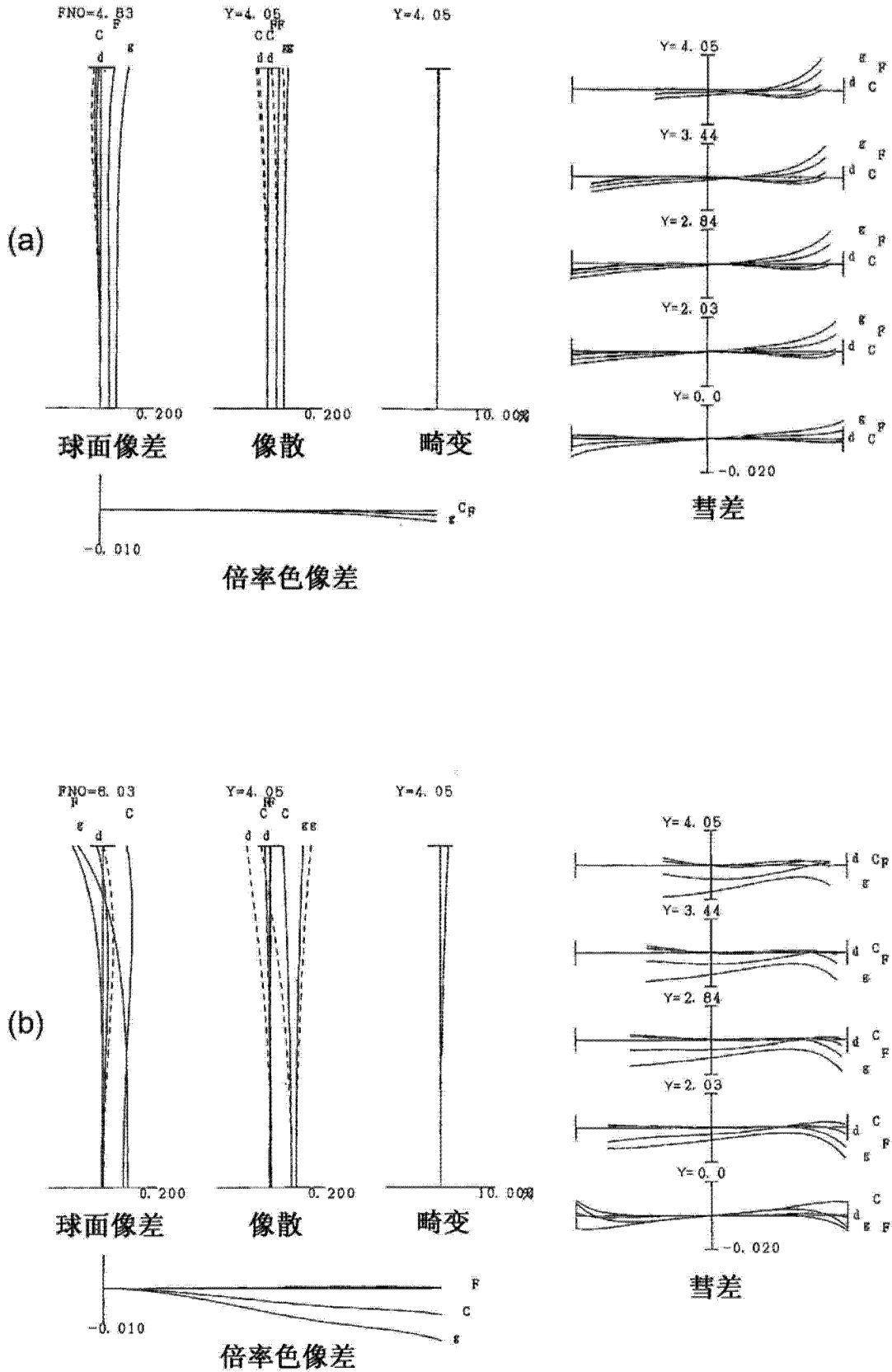


图 3

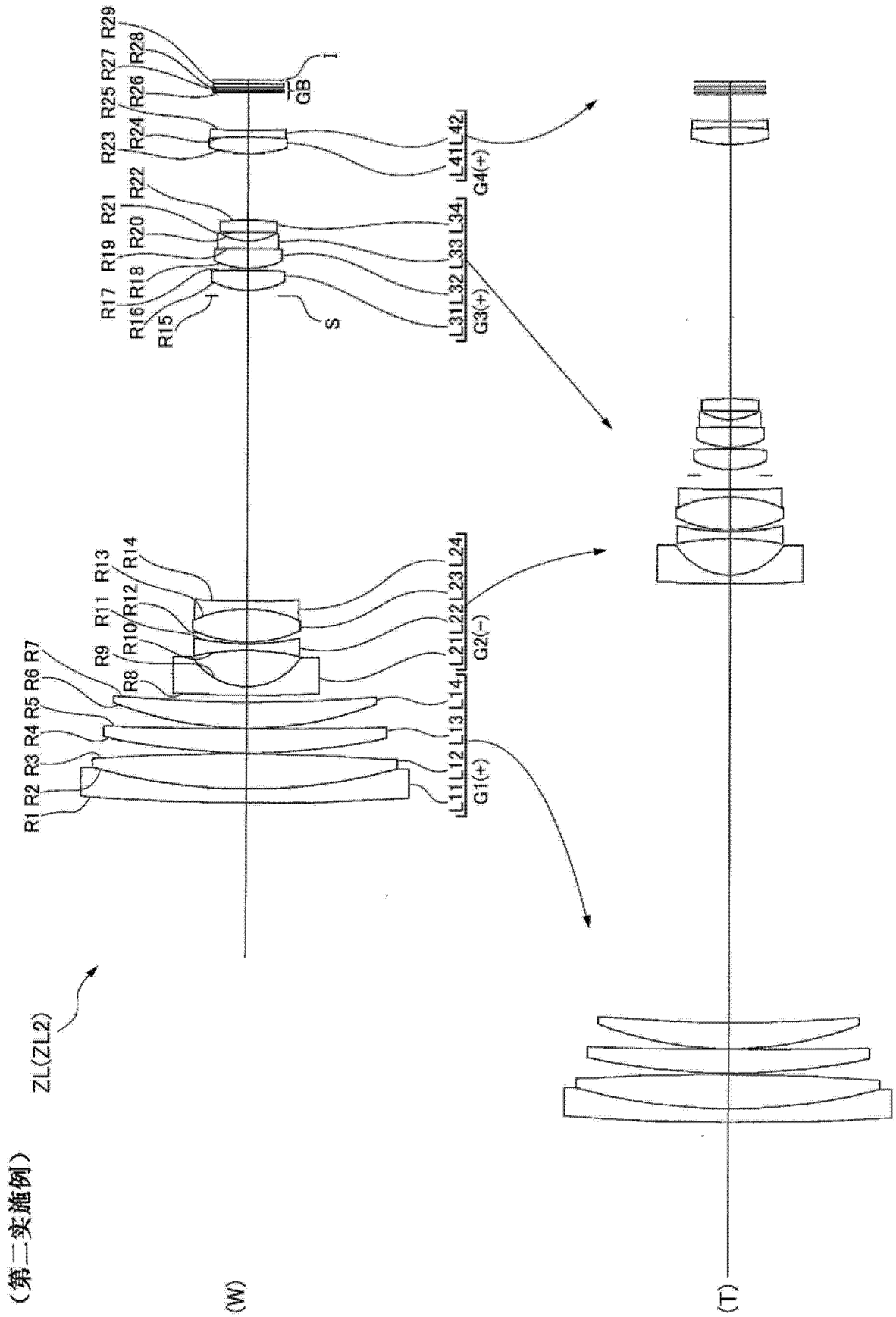


图 4

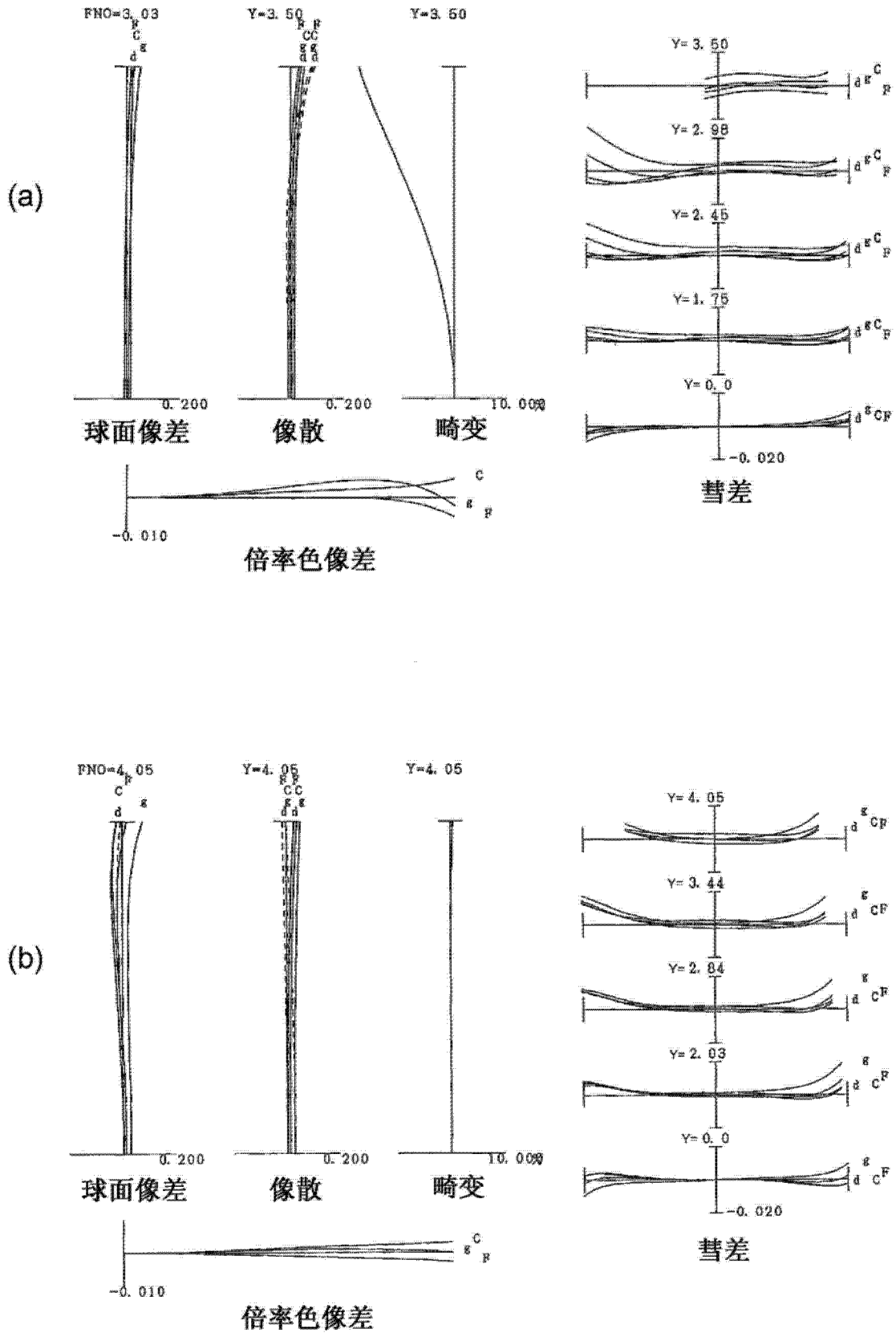


图 5

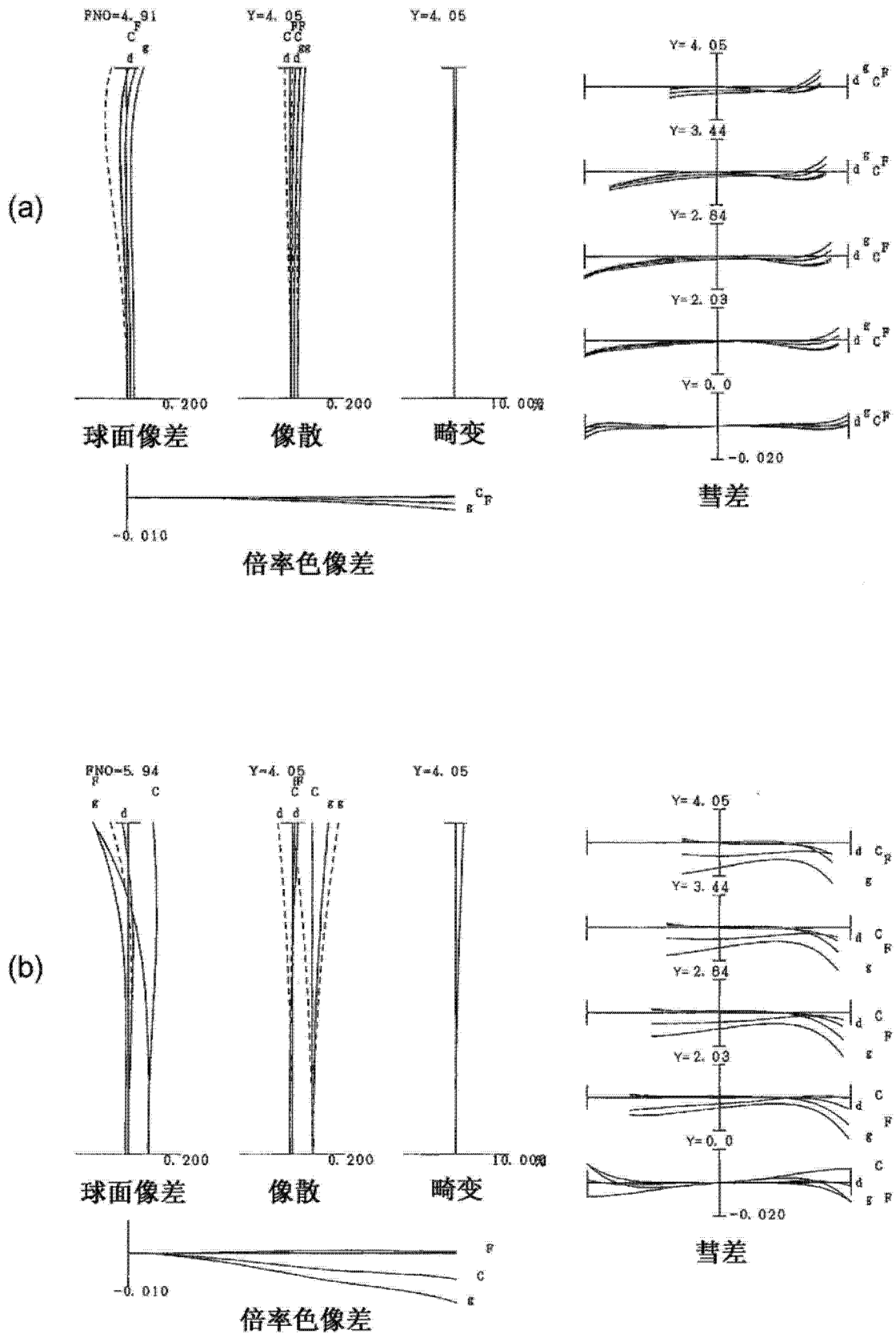


图 6

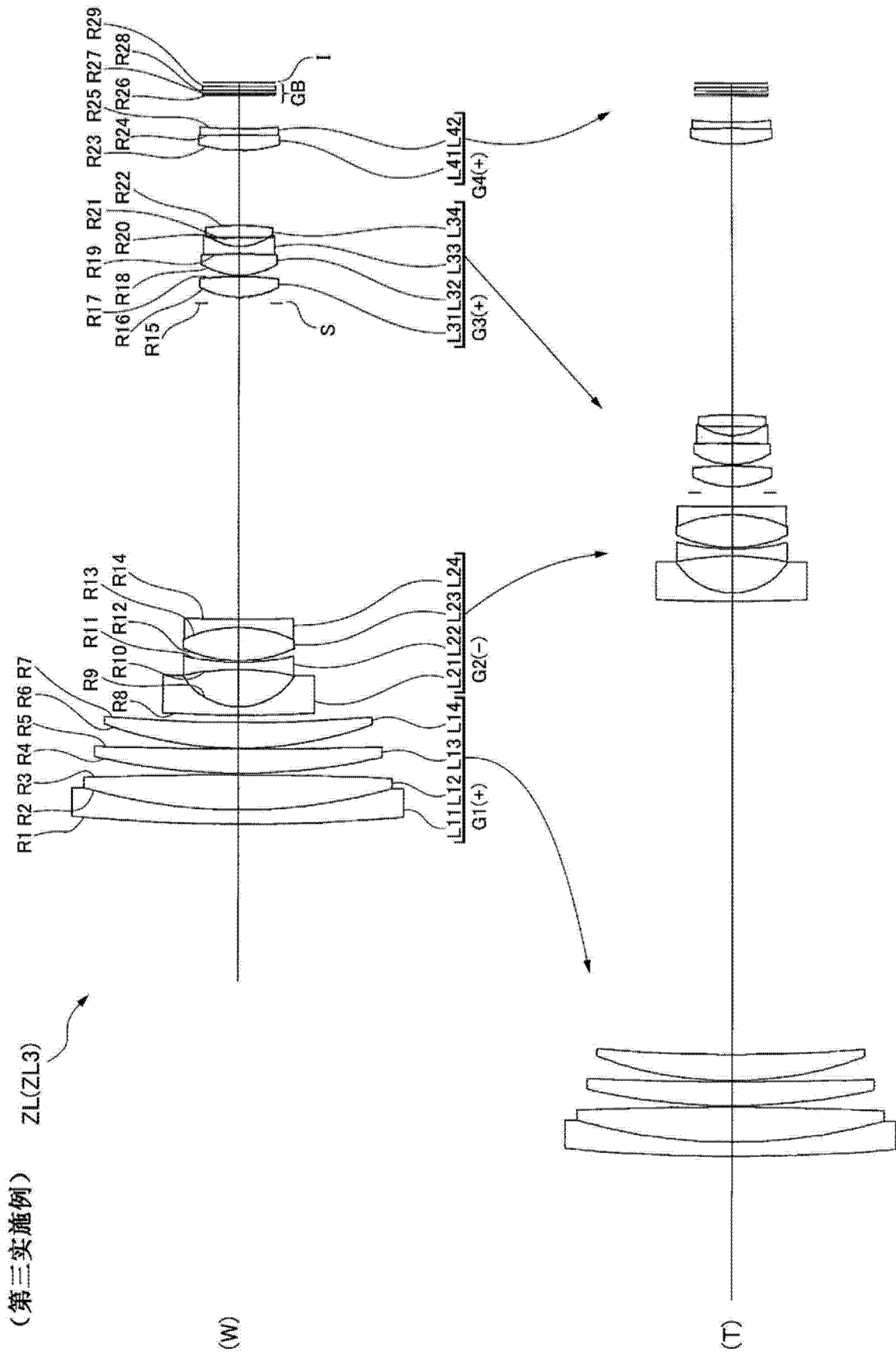


图 7

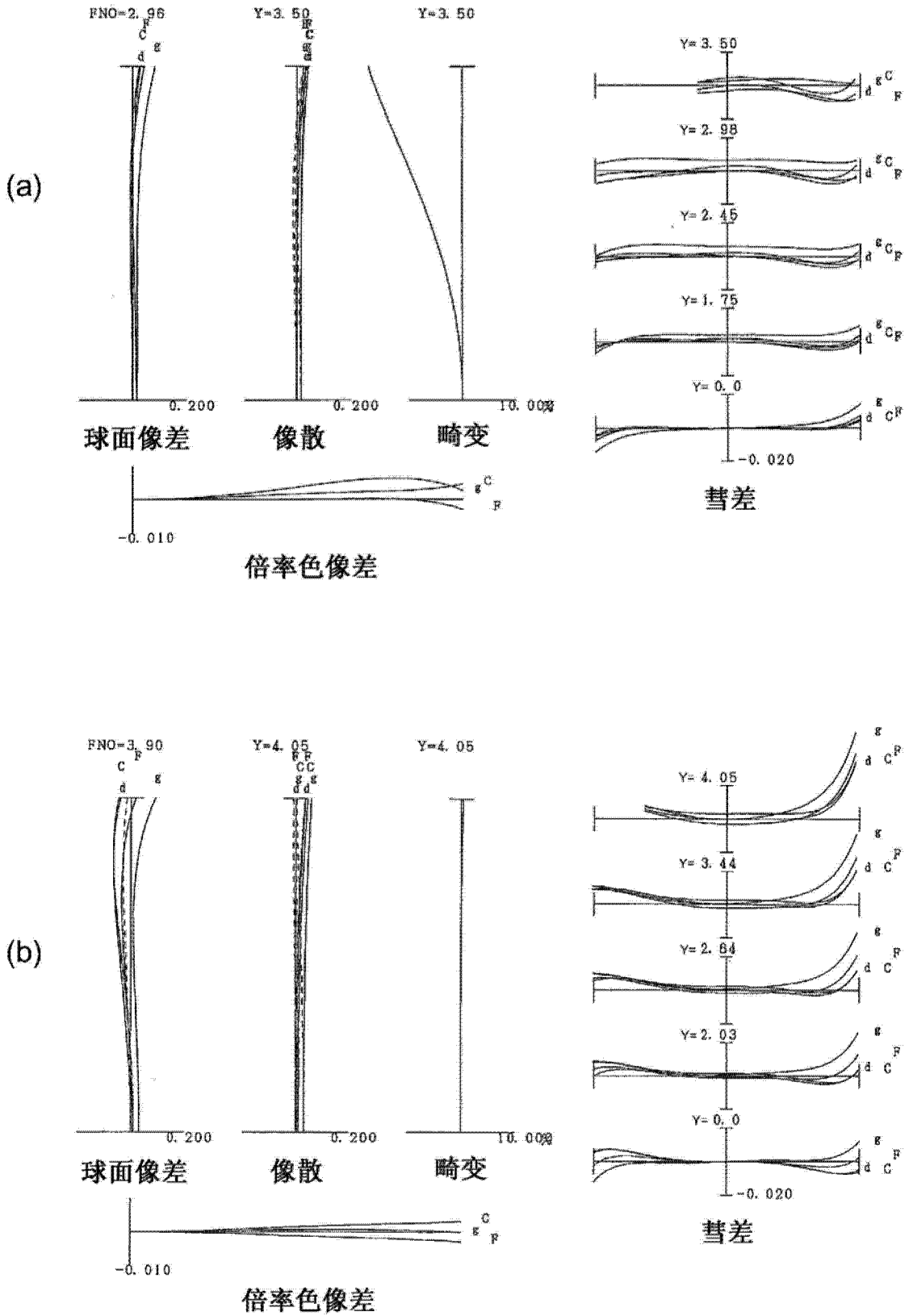


图 8

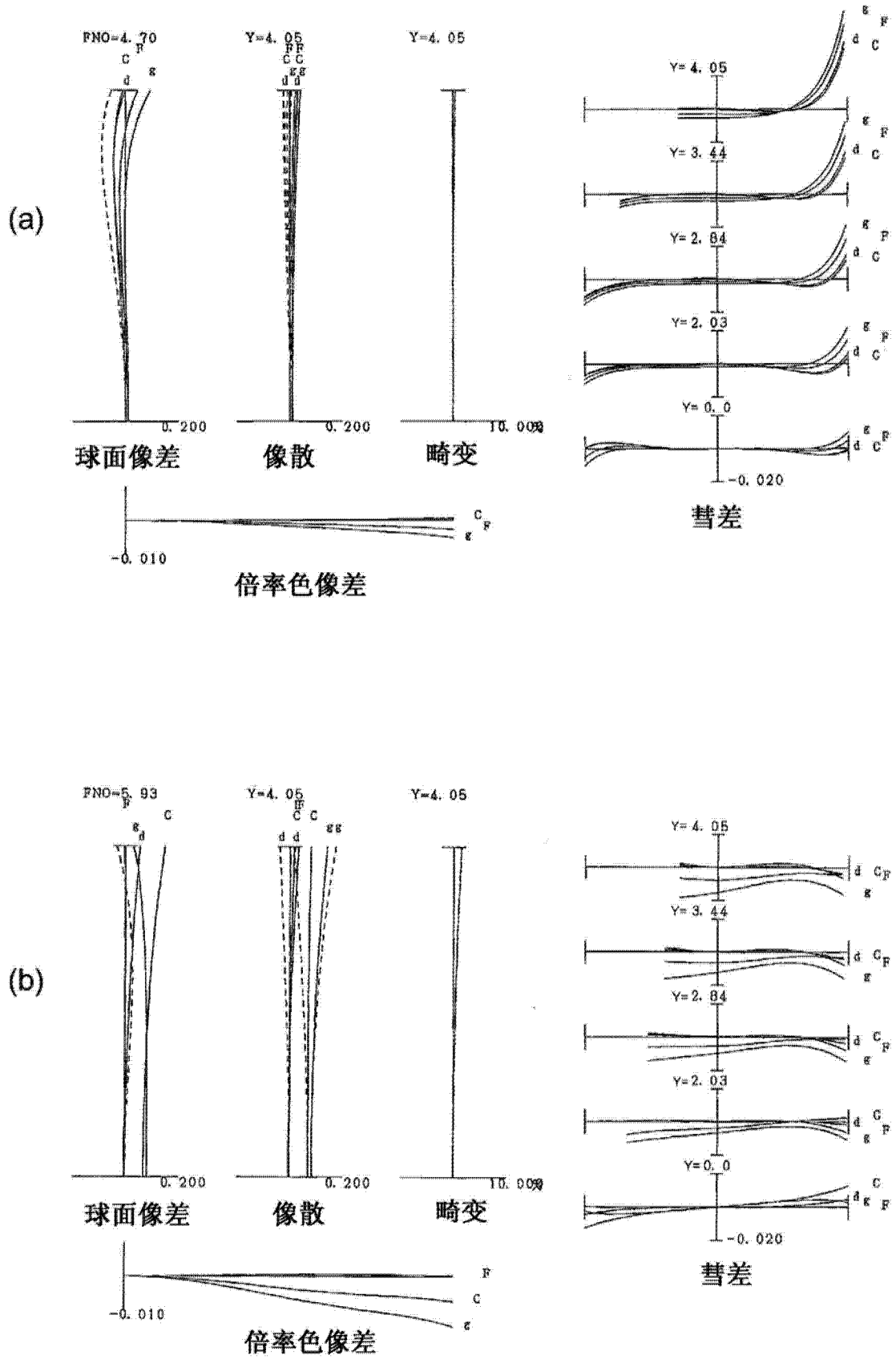


图 9

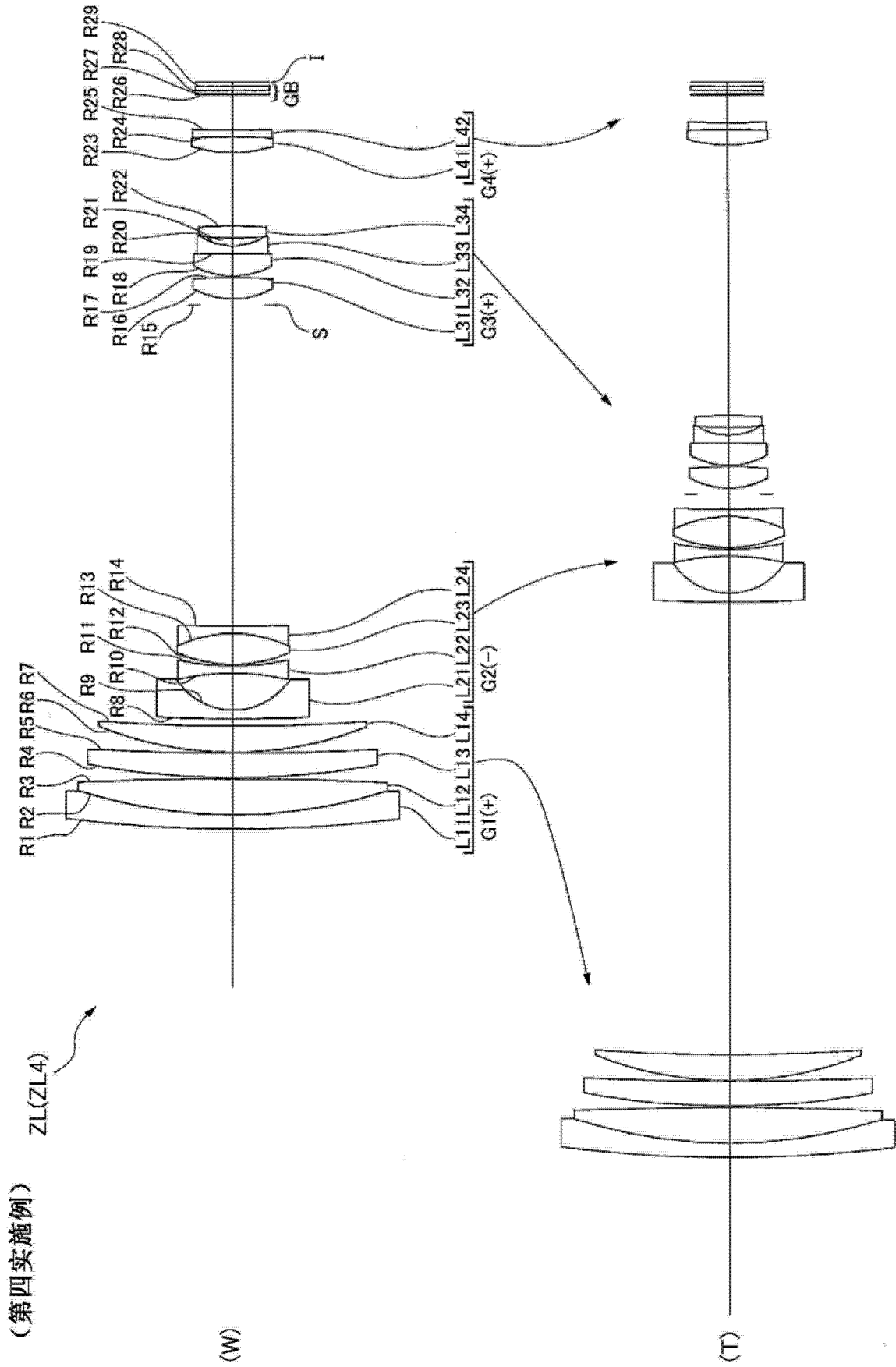


图 10

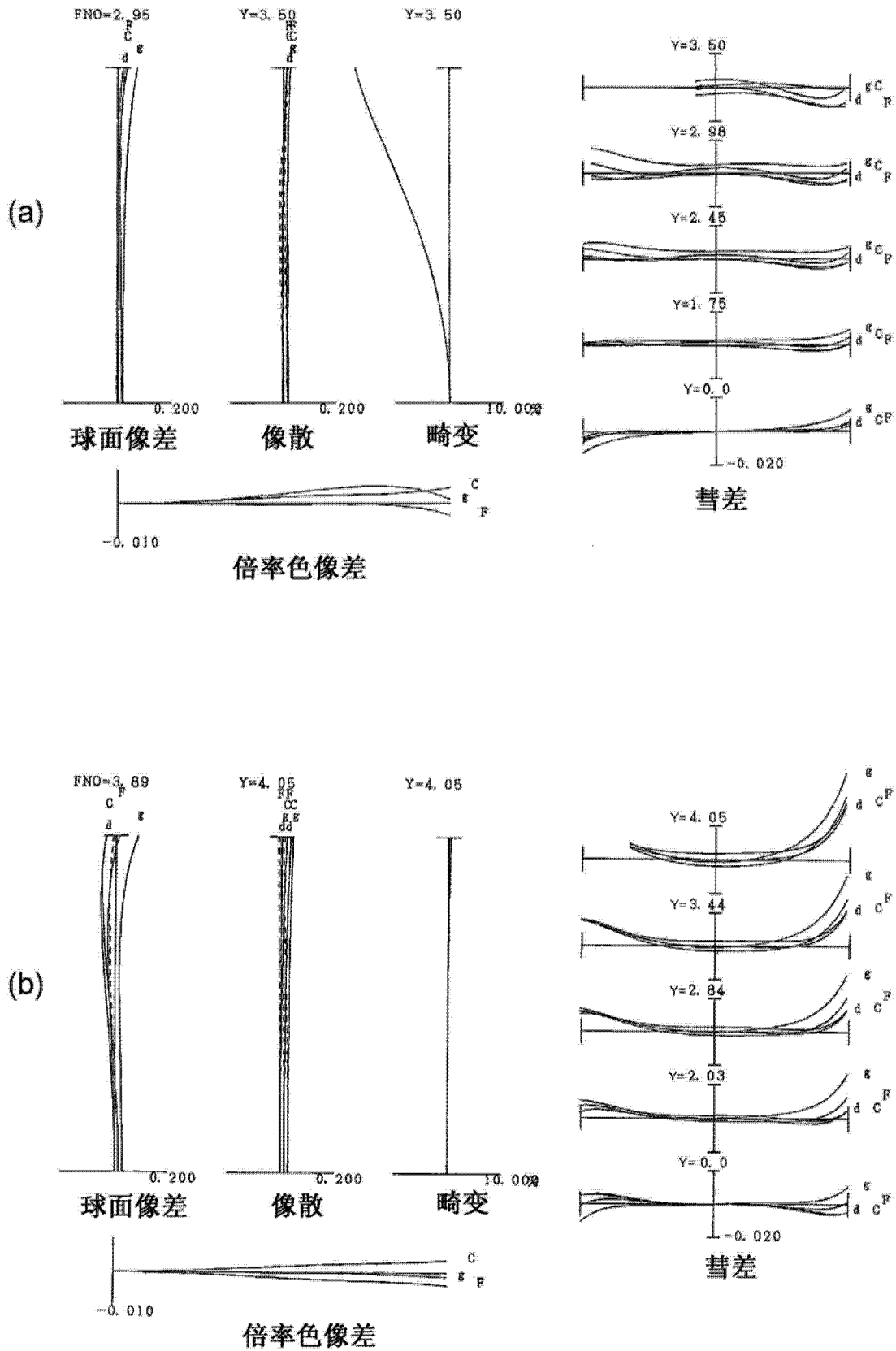


图 11

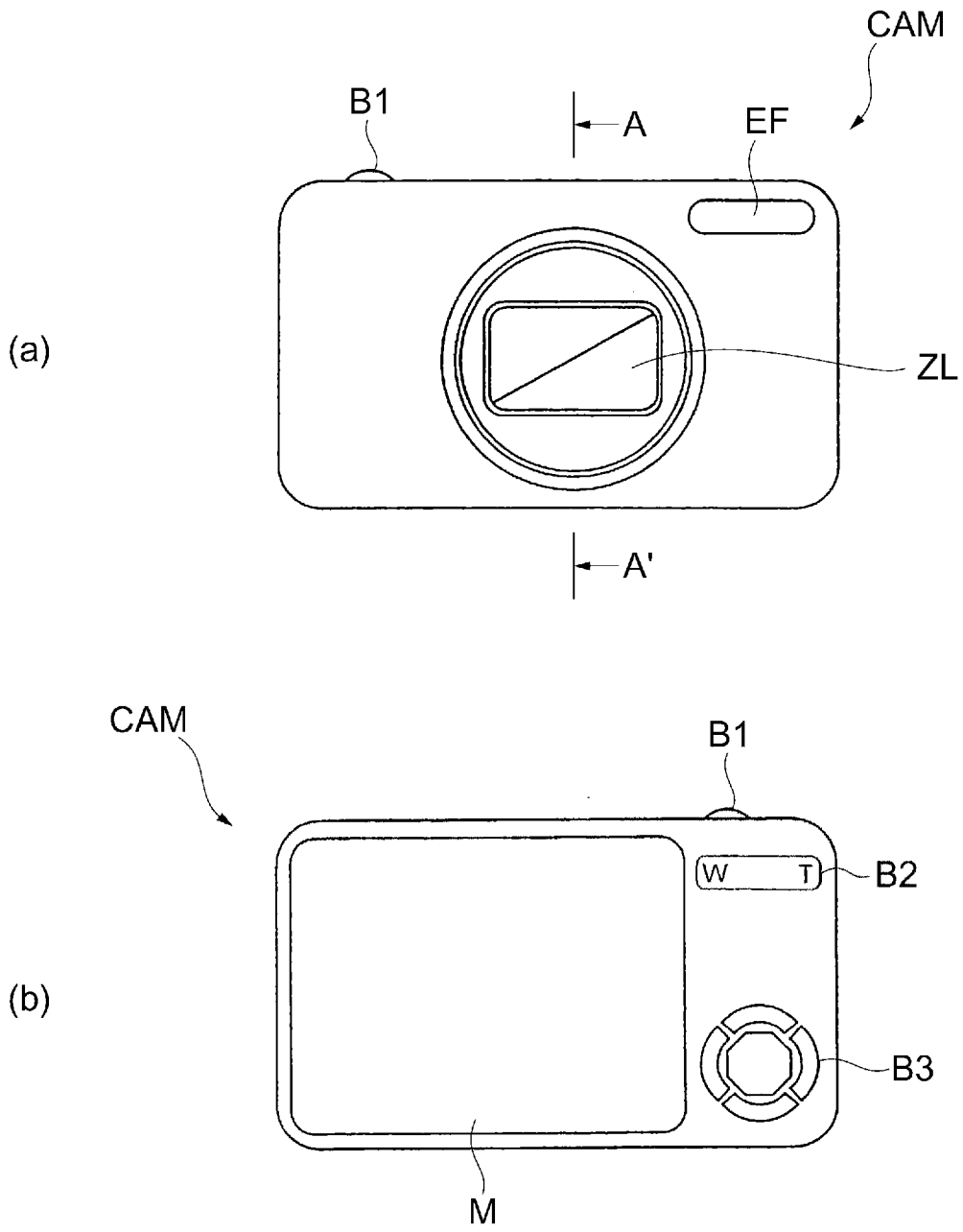


图 13

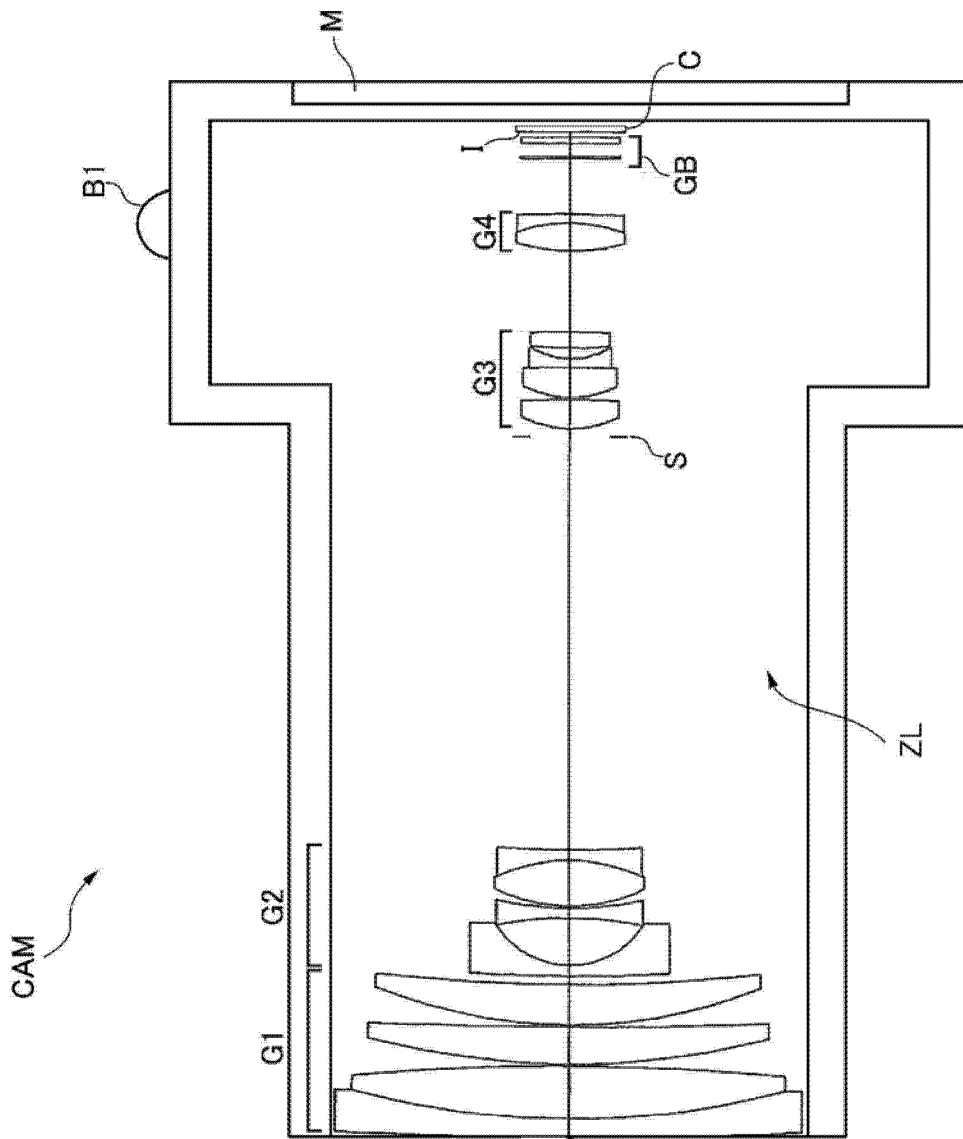


图 14

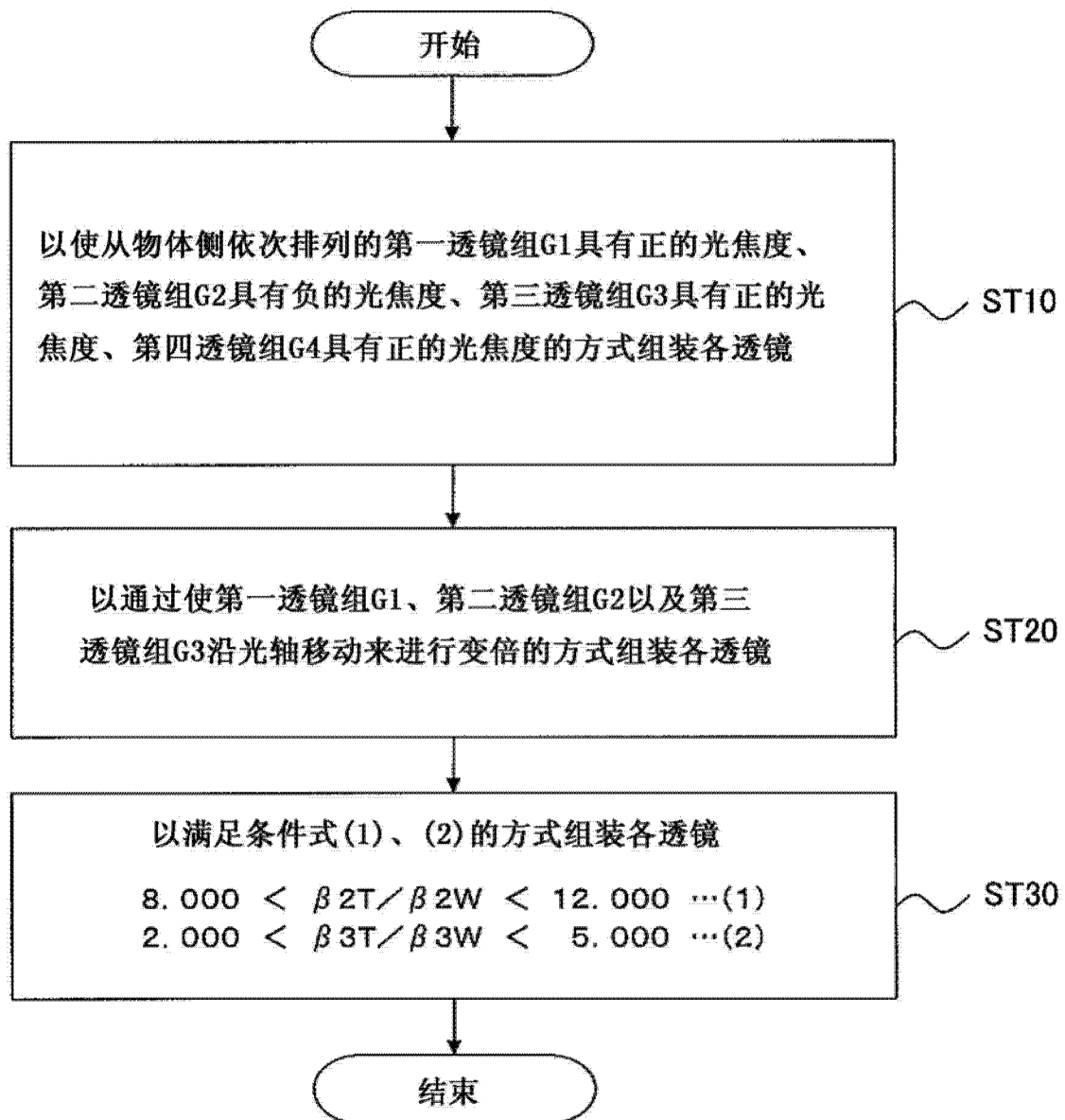


图 15