



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105765435 B

(45)授权公告日 2019.01.15

(21)申请号 201480063620.8

(22)申请日 2014.11.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105765435 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(30)优先权数据
2013-240958 2013.11.21 JP
2014-174637 2014.08.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.05.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/005687 2014.11.12

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/075905 JA 2015.05.28

(73)专利权人 株式会社尼康
地址 日本东京

(72)发明人 古井田启吾

(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 戚传江

(51)Int.Cl.
G02B 15/20(2006.01)
G02B 13/18(2006.01)

(56)对比文件
JP 2014077867 A,2014.05.01,
CN 103454758 A,2013.12.18,
JP H1020190 A,1998.01.23,
JP 2004117828 A,2004.04.15,
US 2010073778 A1,2010.03.25,
JP 2005266181 A,2005.09.29,
JP 2005283648 A,2005.10.13,
JP 2001116992 A,2001.04.27,
JP 2004246043 A,2004.09.02,
JP 2005352428 A,2005.12.22,
JP 2012027262 A,2012.02.09,
US 2012019931 A1,2012.01.26,

审查员 付宁

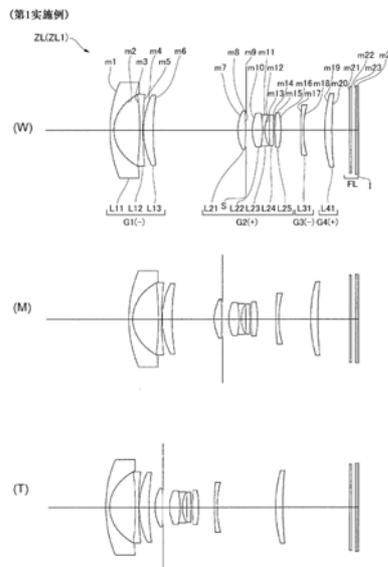
权利要求书2页 说明书32页 附图17页

(54)发明名称

变焦镜头及光学设备

(57)摘要

具有从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组(G1)、具有正的光焦度的第2透镜组(G2)、具有负的光焦度的第3透镜组(G3)及具有正的光焦度的第4透镜组(G4),第1透镜组(G1)、第2透镜组(G2)、第3透镜组(G3)和第4透镜组(G4)在光轴上移动而使各透镜组的间隔变化,从而进行变倍,第1透镜组(G1)具有从物体侧起依次排列的在最靠物体侧配置的负透镜(L11)、负透镜及正透镜,在将广角端状态下的第3透镜组(G3)与第4透镜组(G4)的空气间隔设为D3W、将远焦端状态下的第3透镜组(G3)与第4透镜组(G4)的空气间隔设为D3T时,满足以下条件式(1): $0.30 < D3W/D3T < 1.10$ 。



CN 105765435 B

1. 一种变焦镜头,其特征在于,

具备从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组、具有正的光焦度的第2透镜组、具有负的光焦度的第3透镜组及具有正的光焦度的第4透镜组,

所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组在光轴上移动而使各透镜组的间隔变化,从而进行变倍,

所述第1透镜组具有在最靠物体侧配置的负透镜、负透镜及正透镜,

所述第3透镜组由1枚负透镜构成,

且满足以下的条件式:

$$0.30 < D3W/D3T < 1.05$$

$$1.038 \leq \Sigma dw / \Sigma dt < 2.00$$

其中,

D3W:广角端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔,

D3T:远焦端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔,

Σdw :所述变焦镜头的广角端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离,

Σdt :所述变焦镜头的远焦端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离。

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:

$$0.50 < M4/M3 < 1.00$$

其中,

M3:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的所述第3透镜组在光轴上的移动量,

M4:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的所述第4透镜组在光轴上的移动量。

3. 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:

$$0.05 < BFw / (fw^2 + ft^2)^{1/2} < 0.50$$

其中,

BFw:所述变焦镜头的广角端状态下的从透镜最终面至像面为止的空气换算距离,

fw:所述变焦镜头的广角端状态下的焦距,

ft:所述变焦镜头的远焦端状态下的焦距。

4. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,

所述第1透镜组由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜、双凹形状的负透镜及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜构成。

5. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,

所述第4透镜组由1枚透镜构成,

且满足以下的条件式:

$$2.30 < f4/fw < 9.00$$

其中,

f4:所述第4透镜组的焦距,

fw:所述变焦镜头的广角端状态下的焦距。

6. 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：

$$0.80 < (-f1) / f2 < 1.50$$

其中，

f1: 所述第1透镜组的焦距，

f2: 所述第2透镜组的焦距。

7. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其特征在于，

所述第2透镜组在最靠物体侧具有正透镜。

8. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其特征在于，

所述第2透镜组具有从物体侧起依次排列的正透镜以及由正透镜与负透镜构成的接合透镜。

9. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其特征在于，

所述第2透镜组在最靠物体侧具有正透镜，

所述正透镜具有非球面。

10. 一种光学设备，其特征在于，

搭载有权利要求1所述的变焦镜头。

11. 一种变焦镜头，其特征在于，

具备从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组、具有正的光焦度的第2透镜组、具有负的光焦度的第3透镜组及具有正的光焦度的第4透镜组，

所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组在光轴上移动而使各透镜组的间隔变化，从而进行变倍，

所述第1透镜组具有在最靠物体侧配置的负透镜、负透镜及正透镜，

且满足以下的条件式：

$$0.30 < D3W / D3T < 1.05$$

$$1.10 < (-f1) / f2 < 1.50$$

其中，

D3W: 广角端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔，

D3T: 远焦端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔，

f1: 所述第1透镜组的焦距，

f2: 所述第2透镜组的焦距。

变焦镜头及光学设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦镜头、光学设备及变焦镜头的制造方法。

背景技术

[0002] 以往,提出了小型的变焦镜头(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2012-027283号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 近年来,关于变焦镜头,在实现小型化的同时,期待广角端状态下的进一步的广视场角化。

[0008] 本发明是鉴于这样的问题而完成的,其目的在于,提供一种小型且广角端状态下的视场角宽、并且具有优良的光学性能的变焦镜头、光学设备及变焦镜头的制造方法。

[0009] 用于解决课题的技术方案

[0010] 为了解决这样的目的,本发明的变焦镜头具备从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组、具有正的光焦度的第2透镜组、具有负的光焦度的第3透镜组及具有正的光焦度的第4透镜组,所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组在光轴上移动而使各透镜组的间隔变化,从而进行变倍,所述第1透镜组具有在最靠物体侧配置的负透镜、负透镜及正透镜,且满足以下的条件式:

[0011] $0.30 < D3W/D3T < 1.10$

[0012] 其中,

[0013] D3W:广角端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔,

[0014] D3T:远焦端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔。

[0015] 在本发明的变焦镜头中,优选满足以下的条件式:

[0016] $0.50 < M4/M3 < 1.00$

[0017] 其中,

[0018] M3:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的所述第3透镜组在光轴上的移动量,

[0019] M4:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的所述第4透镜组在光轴上的移动量。

[0020] 在本发明的变焦镜头中,优选满足以下的条件式:

[0021] $0.05 < BFw / (fw^2 + ft^2)^{1/2} < 0.50$

[0022] 其中,

[0023] BFw:所述变焦镜头的广角端状态下的从透镜最终面至像面为止的空气换算距离,

[0024] fw:所述变焦镜头的广角端状态下的焦距,

[0025] ft:所述变焦镜头的远焦端状态下的焦距。

[0026] 在本发明的变焦镜头中,优选满足以下的条件式:

$$[0027] \quad 1.00 < \Sigma dw / \Sigma dt < 2.00$$

[0028] 其中,

[0029] Σdw :所述变焦镜头的广角端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离,

[0030] Σdt :所述变焦镜头的远焦端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离。

[0031] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第1透镜组由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜、双凹形状的负透镜及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜构成。

[0032] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第4透镜组由1枚透镜构成,且满足以下的条件式:

$$[0033] \quad 2.30 < f4 / fw < 9.00$$

[0034] 其中,

[0035] $f4$:所述第4透镜组的焦距,

[0036] fw :所述变焦镜头的广角端状态下的焦距。

[0037] 在本发明的变焦镜头中,优选满足以下的条件式:

$$[0038] \quad 0.80 < (-f1) / f2 < 1.50$$

[0039] 其中,

[0040] $f1$:所述第1透镜组的焦距,

[0041] $f2$:所述第2透镜组的焦距。

[0042] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第3透镜组由具有负的光焦度的接合透镜构成。

[0043] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第3透镜组由1枚负透镜构成。

[0044] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第2透镜组在最靠物体侧具有正透镜。

[0045] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第2透镜组具有由从物体侧起依次排列的正透镜、正透镜及负透镜构成的接合透镜。

[0046] 在本发明的变焦镜头中,优选的是,所述第2透镜组在最靠物体侧具有正透镜,所述正透镜具有非球面。

[0047] 本发明的光学设备搭载有上述变焦镜头中的任意一个。

[0048] 本发明的变焦镜头的制造方法是具备从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组、具有正的光焦度的第2透镜组、具有负的光焦度的第3透镜组及具有正的光焦度的第4透镜组的变焦镜头的制造方法,所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组在光轴上移动而使各透镜组的间隔变化,从而进行变倍,所述第1透镜组具有在最靠物体侧配置的负透镜、负透镜及正透镜,以满足以下的条件式的方式将各透镜配置于镜头镜筒内:

$$[0049] \quad 0.30 < D3W / D3T < 1.10$$

[0050] 其中,

[0051] $D3W$:广角端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔,

[0052] $D3T$:远焦端状态下的所述第3透镜组与所述第4透镜组的空气间隔。

[0053] 本发明的变焦镜头的制造方法优选以满足以下的条件式的方式,将各透镜配置于

镜头镜筒内：

[0054] $0.50 < M4/M3 < 1.00$

[0055] 其中，

[0056] M3:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的所述第3透镜组在光轴上的移动量，

[0057] M4:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的所述第4透镜组在光轴上的移动量。

[0058] 本发明的变焦镜头的制造方法优选以满足以下的条件式的方式，将各透镜配置于镜头镜筒内：

[0059] $0.05 < Bfw / (fw^2 + ft^2)^{1/2} < 0.50$

[0060] 其中，

[0061] Bfw:所述变焦镜头的广角端状态下的从透镜最终面至像面为止的空气换算距离，

[0062] fw:所述变焦镜头的广角端状态下的焦距，

[0063] ft:所述变焦镜头的远焦端状态下的焦距。

[0064] 本发明的变焦镜头的制造方法优选以满足以下的条件式的方式，将各透镜配置于镜头镜筒内：

[0065] $1.00 < \Sigma dw / \Sigma dt < 2.00$

[0066] 其中，

[0067] Σdw :所述变焦镜头的广角端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离，

[0068] Σdt :所述变焦镜头的远焦端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离。

[0069] 发明效果

[0070] 根据本发明，能够提供一种小型且广角端状态下的视场角宽、并且具有优良的光学性能的变焦镜头、光学设备及变焦镜头的制造方法。

附图说明

[0071] 图1是示出第1实施例的变焦镜头的结构剖视图，其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置，(M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置，(T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0072] 图2是第1实施例的变焦镜头的各像差图，其中(a)是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图，(b)是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图，(c)是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0073] 图3是示出第2实施例的变焦镜头的结构剖视图，其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置，(M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置，(T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0074] 图4是第2实施例的变焦镜头的各像差图，其中(a)是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图，(b)是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图，(c)是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0075] 图5是示出第3实施例的变焦镜头的结构剖视图，其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置，(M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置，(T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0076] 图6是第3实施例的变焦镜头的各像差图，其中(a)是广角端状态下的摄影距离无

限远处的各像差图, (b) 是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (c) 是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0077] 图7是示出第4实施例的变焦镜头的结构剖视图, 其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置, (M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置, (T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0078] 图8是第4实施例的变焦镜头的各像差图, 其中(a)是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b)是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (c)是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0079] 图9是示出第5实施例的变焦镜头的结构剖视图, 其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置, (M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置, (T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0080] 图10是第5实施例的变焦镜头的各像差图, 其中(a)是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b)是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (c)是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0081] 图11是示出第6实施例的变焦镜头的结构剖视图, 其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置, (M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置, (T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0082] 图12是第6实施例的变焦镜头的各像差图, 其中(a)是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b)是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (c)是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0083] 图13是示出第7实施例的变焦镜头的结构剖视图, 其中(W)示出广角端状态下的各透镜组的位置, (M)示出中间焦距状态下的各透镜组的位置, (T)示出远焦端状态下的各透镜组的位置。

[0084] 图14是第7实施例的变焦镜头的各像差图, 其中(a)是广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (b)是中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图, (c)是远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0085] 图15(a)是数码静态相机的主视图, 图15(b)是数码静态相机的后视图。

[0086] 图16是沿着图15(a)中的箭头A-A'的剖视图。

[0087] 图17是示出变焦镜头的制造方法的流程图。

具体实施方式

[0088] 以下, 参照附图说明实施方式。本实施方式的变焦镜头ZL如图1所示, 具有从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4, 第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4在光轴上移动, 各透镜组的间隔变化, 从而进行变倍, 第1透镜组G1具有在最靠物体侧配置的负透镜L11、负透镜和正透镜(在图1中, 为透镜L12和透镜L13), 并且满足以下条件式(1)。

[0089] 一般来说, 在照相镜头等摄像光学系统的设计中, 在使视场角增大的同时实现小型化, 这在各像差的校正上是困难的。然而, 在本实施方式的变焦镜头ZL中, 通过上述结构,

能够在使视场角增大的同时实现小型化,良好地校正球面像差、彗差等各像差。

[0090] $0.30 < D3W/D3T < 1.10 \cdots (1)$

[0091] 其中,

[0092] D3W:广角端状态下的第3透镜组G3与第4透镜组G4的空气间隔,

[0093] D3T:远焦端状态下的第3透镜组G3与第4透镜组G4的空气间隔。

[0094] 条件式(1)是规定广角端状态与远焦端状态下的、第3透镜组G3与第4透镜组G4的空气间隔(广角端状态下的从第3透镜组G3的最靠像侧的透镜面至第4透镜组G4的最靠物体侧的透镜面为止的光轴上的距离)的条件式。通过满足条件式(1),能够在抑制由变焦引起的向摄像面的入射角的变化变化的同时,良好地校正彗差、像散、倍率色像差。在低于条件式(1)的下限值的情况下,对于彗差、像散、倍率色像差的校正而言变得有利,但在广角端状态与远焦端状态下第3透镜组G3与第4透镜组G4的空气间隔大幅变化,因此由变焦引起的向摄像面的入射角变化变大,因而不优选。在超过条件式(1)的上限值的情况下,难以在实现小型化的同时进行彗差、像散、倍率色像差的校正,因此不优选。

[0095] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(1)的下限值设为0.33。为了使本实施方式的效果更可靠,优选将条件式(1)的下限值设为0.36。

[0096] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(1)的上限值设为1.05。为了使本实施方式的效果更可靠,优选将条件式(1)的上限值设为1.01。

[0097] 本实施方式的变焦镜头ZL优选满足以下条件式(2)。

[0098] $0.50 < M4/M3 < 1.00 \cdots (2)$

[0099] 其中,

[0100] M3:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的第3透镜组G3在光轴上的移动量,

[0101] M4:从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的第4透镜组G4在光轴上的移动量。

[0102] 条件式(2)是规定从广角端状态向远焦端状态变倍时的、第3透镜组G3与第4透镜组G4的移动量之比的条件式。通过满足条件式(2),能够在抑制向摄像面的入射角的变化变化的同时,良好地校正彗差、像散、倍率色像差。在低于条件式(2)的下限值的情况下,在广角端状态下第3透镜组G3与第4透镜组G4分离,因此难以校正像散、倍率色像差,因而不优选。在超过条件式(2)的上限值的情况下,对于色像差等的校正是有利的,但在为了小型化而通过第3透镜组G3或者第4透镜组G4进行聚焦时,为了确保冲程而必须增强聚焦组的光焦度,像散、彗差的校正变得困难,因而不优选。

[0103] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(2)的上限值设为0.996。

[0104] 本实施方式的变焦镜头ZL优选满足以下条件式(3)。

[0105] $0.05 < BFw / (f_w^2 + f_t^2)^{1/2} < 0.50 \cdots (3)$

[0106] 其中,

[0107] BFw:变焦镜头ZL的广角端状态下的从透镜最终面至像面为止的空气换算距离,

[0108] f_w :变焦镜头ZL的广角端状态下的焦距,

[0109] f_t :变焦镜头ZL的远焦端状态下的焦距。

[0110] 条件式(3)是规定在本实施方式的变焦镜头ZL中对于小型化和像差校正而言最佳的后焦距的条件式。在低于条件式(3)的下限值的情况下,对于小型化是有利的,但在透镜最终面与摄像面之间配置滤光片等的间隔消失,因此不优选。另外,像散、彗差恶化。在超过

条件式(3)的上限值的情况下,对于滤光片等的配置是有利的,但对于小型化而言不优选。另外,像散、彗差恶化。

[0111] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(3)的下限值设为0.08。为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(3)的上限值设为0.46。

[0112] 本实施方式的变焦镜头ZL优选满足以下条件式(4)。

$$[0113] \quad 1.00 < \Sigma dw / \Sigma dt < 2.00 \cdots (4)$$

[0114] 其中,

[0115] Σdw : 变焦镜头ZL的广角端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离,

[0116] Σdt : 变焦镜头ZL的远焦端状态下的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离。

[0117] 条件式(4)是规定由变倍引起的向摄像面的入射角变化和对于各像差校正而言最佳的透镜厚度的变化的条件式。在低于条件式(4)的下限值的情况下,对于小型化是有利的,但向摄像面的入射角变化变得过大,因此不优选。另外,球面像差、彗差恶化。在超过条件式(4)的上限值的情况下,向摄像面的入射角变化变小,但彗差、像散的校正变得困难,因而不优选。

[0118] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(4)的下限值设为1.03。为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(4)的上限值设为1.55。

[0119] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第1透镜组G1优选由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12以及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13构成。

[0120] 通过该结构,能够在使视场角增大的同时,在整个镜头系统中良好地校正像面弯曲、像散、倍率色像差。

[0121] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第4透镜组G4优选由1枚透镜构成,并且满足以下条件式(5)。

$$[0122] \quad 2.30 < f4 / fw < 9.00 \cdots (5)$$

[0123] 其中,

[0124] $f4$: 第4透镜组G4的焦距,

[0125] fw : 变焦镜头ZL的广角端状态下的焦距。

[0126] 条件式(5)是规定对于镜头的小型化与各像差校正而言最佳的第4透镜组G4的焦距的条件式。在低于条件式(5)的下限值的情况下,第4透镜组G4的焦距变得过小,对于镜头的小型化而言变得不利,因此不优选。另外,彗差、像面弯曲恶化。在超过条件式(5)的上限值的情况下,对于小型化是有利的,但向摄像面的入射角变大,因此不优选。另外,彗差、像面弯曲恶化。

[0127] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(5)的下限值设为2.50。为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(5)的上限值设为8.00。

[0128] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,优选满足以下条件式(6)。

$$[0129] \quad 0.80 < (-f1) / f2 < 1.50 \cdots (6)$$

[0130] 其中,

[0131] $f1$: 第1透镜组G1的焦距,

[0132] $f2$: 第2透镜组G2的焦距。

[0133] 条件式(6)是为了取得镜头的小型化与像差校正的平衡而用于规定第1透镜组G1与第2透镜组G2的适当的焦距的条件式。在低于条件式(6)的下限值的情况下,相对于第2透镜组G2的焦距,第1透镜组G1的焦距变短,因此难以校正第1透镜组G1中产生的球面像差、彗差等,因而不优选。在超过条件式(6)的上限值的情况下,对于小型化而言变得不利,因此不优选。另外,球面像差恶化。

[0134] 为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(6)的下限值设为1.10。为了使本实施方式的效果可靠,优选将条件式(6)的上限值设为1.20。

[0135] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第3透镜组G3优选由具有负的光焦度的接合透镜构成。

[0136] 通过该结构,能够在实现镜头的小型化的同时,使由变焦引起的彗差变动、像面弯曲变动减小,在整个镜头系统中良好地校正轴上色像差、倍率色像差校正。

[0137] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第3透镜组G3优选由1枚负透镜构成。

[0138] 通过该结构,能够在实现镜头的小型化的同时,使由变焦引起的彗差变动、像面弯曲变动减小。

[0139] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第2透镜组G2优选在最靠物体侧处具有正透镜L21。

[0140] 通过该结构,能够良好地校正在第1透镜组G1产生的球面像差、彗差。

[0141] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第2透镜组G2优选具有由从物体侧起依次排列的正透镜L21、正透镜L22及负透镜L23构成的接合透镜。

[0142] 通过该结构,能够在使镜头小型化的同时,良好地校正球面像差、像散、彗差、色像差。

[0143] 在本实施方式的变焦镜头ZL中,第2透镜组G2内的位于最靠物体侧的正透镜L21优选具有非球面。

[0144] 通过该结构,能够在使镜头小型化的同时,良好地校正球面像差、像散、彗差。

[0145] 根据具备以上那样的结构的本实施方式的变焦镜头ZL,能够实现小型且广角端状态下的视场角宽、并且具有优良的光学性能的变焦镜头。

[0146] 在图15和图16中,作为具备上述变焦镜头ZL的光学设备,示出数码静态相机CAM(光学设备)的结构。该数码静态相机CAM当按压未图示的电源按钮时,摄影镜头(变焦镜头ZL)的未图示的快门敞开,通过变焦镜头ZL会聚来自被摄体(物体)的光,并成像到配置于像面I(参照图1)的摄像元件C(例如,CCD、CMOS等)。成像于摄像元件C的被摄体像显示在配置于数码静态相机CAM的背后的液晶显示器M中。摄影者观察液晶显示器M并确定被摄体像的构图之后,按下释放按钮B1而通过摄像元件C对被摄体像进行摄影,记录保存到未图示的存储器中。

[0147] 在相机CAM中,配置有在被摄体暗的情况下发出辅助光的辅助光发光部EF、数码静态相机CAM的各种条件设定等中使用的功能键B2等。此处,例示出将相机CAM与变焦镜头ZL一体地成型的紧凑型相机,但作为光学设备,也可以是具有变焦镜头ZL的镜头镜筒与相机机身主体能够装卸的单反相机。

[0148] 根据具备以上那样的结构的本实施方式的相机CAM,作为摄影镜头而搭载上述变焦镜头ZL,从而能够实现小型且广角端状态下的视场角宽、并且具有优良的光学性能的相

机。

[0149] 接下来,参照图17,对上述变焦镜头ZL的制造方法进行概述。首先,将各透镜以如下方式配置于镜筒内:从物体侧起依次排列具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4(步骤ST10)。此处,以如下方式配置各透镜:第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4在光轴上移动而使各透镜组的间隔变化,从而进行变倍(步骤ST20)。将第1透镜组G1配置成具有在最靠物体侧配置的负透镜L11、负透镜及正透镜(步骤ST30)。以满足以下条件式(1)的方式,配置各透镜(步骤ST40)。

[0150] $0.30 < D3W/D3T < 1.10 \cdots (1)$

[0151] 其中,

[0152] D3W:广角端状态下的第3透镜组G3与第4透镜组G4的空气间隔,

[0153] D3T:远焦端状态下的第3透镜组G3与第4透镜组G4的空气间隔。

[0154] 在本实施方式的变焦镜头ZL的制造方法中,优选以满足上述条件式(2)的方式,将各透镜配置于镜头镜筒内。

[0155] 在本实施方式的变焦镜头ZL的制造方法中,优选以满足上述条件式(3)的方式,将各透镜配置于镜头镜筒内。

[0156] 在本实施方式的变焦镜头ZL的制造方法中,优选以满足上述条件式(4)的方式,将各透镜配置于镜头镜筒内。

[0157] 具体地说,在本实施方式中,例如如图1所示,从物体侧起依次配置凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12以及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13来作为第1透镜组G1,配置双凸形状的正透镜L21、以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜、双凸形状的正透镜L24以及双凸形状的正透镜L25来作为第2透镜组G2,配置凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L31来作为第3透镜组G3,配置凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L41来作为第4透镜组G4。这样配置各透镜来制造变焦镜头ZL。

[0158] 根据上述变焦镜头ZL的制造方法,能够制造小型且广角端状态下的视场角宽、并且具有优良的光学性能的变焦镜头。

[0159] 实施例

[0160] 从此开始,根据附图,说明本实施方式的各实施例。以下,示出表1~表7,它们是第1实施例~第7实施例中的各参数的表。

[0161] 此外,为了避免由于参照标号的位数增大而导致的说明的繁杂化,针对第1实施例的图1的各参照标号在每个实施例独立地使用。因而,即使附加与其他实施例的附图共同的参照标号,它们也不一定是与其他实施例共同的结构。

[0162] 在各实施例中,作为像差特性的计算对象,选择C线(波长656.2730nm)、d线(波长587.5620nm)、F线(波长486.1330nm)、g线(波长435.8350nm)。

[0163] 在表中的[全体参数]中,f表示整个镜头系统的焦距,Fno表示F值, ω 表示半视场角(最大入射角,单位:°),Y表示像高,BF表示后焦距(对光轴上的从透镜最终面至近轴像面为止的距离进行空气换算而得到的值),TL表示镜头全长(在光轴上的从透镜最前面至透镜最终面为止的距离加上BF而得到的值)。

[0164] 在表中的[透镜参数]中,面编号表示沿着光线行进的方向的从物体侧起的光学面的顺序,R表示各光学面的曲率半径,D表示从各光学面到接下来的光学面(或者像面)的光轴上的距离即面间隔,nd表示光学部件的材质的对d线的折射率,vd表示光学部件的材质的以d线为基准的阿贝数。物面表示物体面,(可变)表示可变的的面间隔,曲率半径的“∞”表示平面或者开口,(光圈S)表示孔径光阑S,像面表示像面I。空气的折射率“1.00000”省略。在光学面是非球面的情况下,对面编号附加*记号,在曲率半径R的栏中示出近轴曲率半径。

[0165] 在表中的[非球面数据]中,关于[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处的切平面到高度y处的非球面上的位置的沿着光轴方向的距离,R表示基准球面的曲率半径(近轴曲率半径), κ 表示圆锥常数, A_i 表示第i次的非球面系数。“E-n”表示“ $\times 10^{-n}$ ”。例如, $1.234E-05=1.234 \times 10^{-5}$ 。

[0166] $X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} \dots$ (a)

[0167] 在表中的[可变间隔数据]中,示出广角端、中间焦距、远焦端的各状态下的可变间隔的值 D_i 。此外, D_i 表示第i面与第(i+1)面的可变间隔。

[0168] 在表中的[透镜组数据]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,透镜结构长度表示各组的最靠物体侧的透镜面到最靠像侧的透镜面的光轴上的距离。

[0169] 在表中的[条件式]中,示出与上述条件式(1)~(6)对应的值。

[0170] 以下,在所有参数值中,关于所记载的焦距f、曲率半径R、面间隔D、其他长度等,在不特别注明的情况下一般使用“mm”,但变焦镜头即使进行比例放大或者比例缩小,也能够得到等同的光学性能,因此不限于此。另外,单位不限定于“mm”,能够使用其他适当的单位。

[0171] 以上的表的说明在所有实施例中都相同,省略以下的说明。

[0172] (第1实施例)

[0173] 使用图1、图2和表1来说明第1实施例。第1实施例的变焦镜头ZL(ZL1)如图1所示,由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4构成。

[0174] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13构成。此外,负透镜L11的像侧面是非球面。

[0175] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的双凸形状的正透镜L21、以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜、双凸形状的正透镜L24及双凸形状的正透镜L25构成。此外,正透镜L21的两侧面是非球面。另外,正透镜L24的像侧面是非球面。

[0176] 第3透镜组G3由凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L31构成。

[0177] 第4透镜组G4由凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L41构成。此外,正透镜L41的物体侧面是非球面。

[0178] 滤光片组FL配置于第4透镜组G4的像侧,由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0179] 本实施例的变焦镜头ZL1在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1至第4透镜组G4的所有的透镜组移动,各透镜组的间隔变化。具体地说,第1透镜组G1

以描绘出凸向像侧的轨迹的方式,暂时向像侧移动,其后向物体侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4向物体侧移动。此时,第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少,第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔减少,第3透镜组G3与第4透镜组G4的间隔增加。

[0180] 在以下的表1中,示出第1实施例中的各参数的值。表1中的面编号1~24与图1所示的m1~m24的各光学面对应。

[0181] (表1)

[0182] [全体参数]

	变倍比	2.77		
		广角端	中间焦点	远焦端
	f	1.00	1.53	2.77
[0183]	F n o	3.39	4.15	5.96
	ω	43.1	30.4	17.9
	Y	0.89	0.89	0.89
	B F	0.57	0.88	1.65
	T L	5.44	5.03	5.53

[0184] [透镜参数]

	面编号	R	D	n d	ν d
	物面	∞			
	1	2.7607	0.0859	1.80610	40.74
	*2	0.7655	0.5706		
	3	-5.9880	0.0675	1.58913	61.22
	4	7.5124	0.0123		
	5	1.7607	0.2147	1.80809	22.74
	6	5.0958	D6(可变)		
[0185]	*7	0.8712	0.1718	1.58913	61.20
	*8	-7.6237	0.0123		
	9	∞	0.1350	(光圈 S)	
	10	0.8747	0.2270	1.52249	59.21
	11	-1.9759	0.0491	1.80100	34.92
	12	0.6513	0.0982		
	13	4.9080	0.0920	1.58913	61.20
	*14	-8.9252	0.0307		
	15	4.9080	0.1350	1.48749	70.31
	16	-2.1650	D16(可变)		
	17	6.1350	0.0613	1.58913	61.22
	18	2.1027	D18(可变)		
	*19	3.0675	0.1595	1.58913	61.20
[0186]	20	8.9701	D20(可变)		
	21	∞	0.0429	1.51680	64.20
	22	∞	0.0920		
	23	∞	0.0429	1.51680	64.20
	24	∞	0.0307		
	像面	∞			
[0187]	[非球面数据]				

面编号	κ	A4	A6	A8	A10	
	2	0.5552	1.82699E-02	4.51869E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
[0188]	7	0.2252	4.23003E-02	3.15591E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
	8	1.0000	-7.49496E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	14	1.0000	7.27866E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	19	1.0000	-1.58968E-03	1.35218E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
[0189]	[变焦数据]					
	可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端		
	D6	1.85061	0.91855	0.13347		
[0190]	D16	0.43290	0.40719	0.34254		
	D18	0.47104	0.70238	1.28429		
	D20	0.38777	0.69622	1.47210		
[0191]	[透镜组数据]					
	组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度		
	G 1	1	-1.76643	0.9510		
[0192]	G 2	7	1.50036	0.9511		
	G 3	17	-5.46114	0.0613		
	G 4	19	7.83422	0.1595		
[0193]	[条件式]					
[0194]	条件式(1) $D3W/D3T=0.367$					
[0195]	条件式(2) $M3/M4=0.571$					
[0196]	条件式(3) $BFw/(fw^2+ft^2)^{1/2}=0.192$					
[0197]	条件式(4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.256$					
[0198]	条件式(5) $f4/fw=7.834$					
[0199]	条件式(6) $(-f1)/f2=1.177$					
[0200]	根据表1可知,本实施例的变焦镜头ZL1满足条件式(1)~(6)。					
[0201]	图2是第1实施例的变焦镜头ZL1的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图2(a)是第1实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图2(b)是第1实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图2(c)是第1实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。					
[0202]	在各像差图中,FNO表示F值,A表示针对各像高的半视场角(单位:°)。d表示d线下的像差,g表示g线下的像差,C表示C线下的像差,F表示F线下的像差。另外,未记载的表示d线下的像差。在像散图中,实线表示弧矢像面,虚线表示子午像面。此外,在后述的各实施例					

的像差图中,也使用与本实施例相同的标号。

[0203] 根据各像差图可知,第1实施例的变焦镜头ZL1良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。

[0204] (第2实施例)

[0205] 使用图3、图4和表2来说明第2实施例。第2实施例的变焦镜头ZL(ZL2)如图3所示,由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4构成。

[0206] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13构成。此外,负透镜L11的像侧面是非球面。

[0207] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L21、双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜及双凸形状的正透镜L24构成。此外,正透镜L21的两侧面是非球面。

[0208] 第3透镜组G3由双凹形状的负透镜L31构成。

[0209] 第4透镜组G4由凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L41构成。此外,正透镜L41的物体侧面是非球面。

[0210] 滤光片组FL配置于第4透镜组G4的像侧,由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0211] 本实施例的变焦镜头ZL2在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1至第4透镜组G4的所有的透镜组移动,各透镜组的间隔变化。具体地说,第1透镜组G1以描绘出凸向像侧的轨迹的方式,暂时向像侧移动,其后向物体侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4向物体侧移动。此时,第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少,第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔减少,第3透镜组G3与第4透镜组G4的间隔增加。

[0212] 在以下的表2中,示出第2实施例中的各参数的值。表2中的面编号1~22与图3所示的m1~m22的各光学面对应。

[0213] (表2)

[0214] [全体参数]

	变倍比	2.94		
	广角端	中间焦点	远焦端	
f	1.00	1.53	2.94	
F n o	3.03	3.99	6.03	
[0215] ω	43.2	30.7	16.9	
Y	0.89	0.89	0.89	
B F	1.04	1.63	3.29	
T L	5.97	5.65	6.48	

[0216] [透镜参数]

	面编号	R	D	n d	ν d
	物面	∞			
	1	2.2883	0.0920	1.80610	40.74
	*2	0.7373	0.6564		
[0217]	3	-9.1361	0.0675	1.72916	54.61
	4	3.9033	0.0123		
	5	1.7362	0.2331	1.80809	22.74
	6	6.0369	D6(可变)		
	7	∞	0.0307	(光圈 S)	
	*8	0.8589	0.2822	1.58913	61.20
	*9	-7.2780	0.0491		
	10	1.6834	0.2331	1.58267	46.48
	11	-1.8084	0.0675	1.80100	34.92
	12	0.7855	0.0859		
	13	2.5700	0.2025	1.48749	70.31
	14	-1.2299	D14(可变)		
[0218]	15	-7.9755	0.0736	1.67300	38.15
	16	5.2416	D16(可变)		
	*17	2.8221	0.1411	1.58913	61.22
	18	6.9412	D18(可变)		
	19	∞	0.0429	1.51680	64.20
	20	∞	0.0920		
	21	∞	0.0429	1.51680	64.20
	22	∞	0.0307		
	像面	∞			
[0219]	[非球面数据]				

面编号	κ	A4	A6	A8	A10	
	2	0.5876	1.48400E-02	2.93833E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
[0220]	8	0.5920	-1.48182E-02	0.00000E+00	1.22878E-01	3.62602E-02
	9	1.0000	9.86346E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	17	1.0000	-1.85798E-02	6.87964E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
[0221]	[变焦数据]					
	可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端		
	D6	1.90212	0.98604	0.16214		
[0222]	D14	0.41369	0.35509	0.19202		
	D16	0.38614	0.44474	0.60782		
	D18	0.86120	1.45446	3.10802		
[0223]	[透镜组数据]					
	组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度		
	G 1	1	-1.60069	1.0613		
[0224]	G 2	7	1.54986	0.9510		
	G 3	15	-4.68917	0.0736		
	G 4	17	7.97097	0.1411		
[0225]	[条件式]					
[0226]	条件式 (1) $D3W/D3T=0.868$					
[0227]	条件式 (2) $M3/M4=0.910$					
[0228]	条件式 (3) $BFw/(f_w^2+f_t^2)^{1/2}=0.335$					
[0229]	条件式 (4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.546$					
[0230]	条件式 (5) $f4/f_w=7.971$					
[0231]	条件式 (6) $(-f1)/f2=1.033$					
[0232]	根据表2可知,本实施例的变焦镜头ZL2满足条件式(1)~(6)。					
[0233]	图4是第2实施例的变焦镜头ZL2的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图4(a)是第2实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图4(b)是第2实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图4(c)是第2实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。根据各像差图可知,第2实施例的变焦镜头ZL2良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。					
[0234]	(第3实施例)					
[0235]	使用图5、图6和表3来说明第3实施例。第3实施例的变焦镜头ZL(ZL3)如图5所示,由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4构成。					

[0236] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12和凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13构成。此外，负透镜L11的像侧面是非球面。

[0237] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的双凸形状的正透镜L21、以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜、双凸形状的正透镜L24及双凸形状的正透镜L25构成。此外，正透镜L21的两侧面是非球面。

[0238] 第3透镜组G3由双凹形状的负透镜L31构成。

[0239] 第4透镜组G4由凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L41构成。此外，正透镜L41的物体侧面是非球面。

[0240] 滤光片组FL配置于第4透镜组G4的像侧，由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0241] 本实施例的变焦镜头ZL3在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时，第1透镜组G1至第4透镜组G4的所有的透镜组移动，各透镜组的间隔变化。具体地说，第1透镜组G1以描绘出凸向像侧的轨迹的方式，暂时向像侧移动，其后向物体侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4向物体侧移动。此时，第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少，第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔增加。

[0242] 在以下的表3中，示出第3实施例中的各参数的值。表3中的面编号1~24与图5所示的m1~m24的各光学面对应。

[0243] (表3)

[0244] [全体参数]

变倍比 3.37

	广角端	中间焦点	远焦端
f	1.00	1.53	3.37
Fno	2.89	3.57	5.87
ω	44.0	30.8	14.8
Y	0.81	0.85	0.89
BF	1.29	1.62	2.88
TL	5.51	5.15	5.72

[0246] [透镜参数]

	面编号	R	D	n d	ν d
	物面	∞			
	1	3.0676	0.0736	1.80610	40.77
	*2	0.8660	0.5399		
[0247]	3	-3.5156	0.0614	1.72916	54.61
	4	7.1326	0.0123		
	5	2.0247	0.1902	1.80809	22.74
	6	13.1350	D6(可变)		
	*7	0.9075	0.2209	1.59201	67.05
	*8	-9.6052	0.1411		
	9	∞	0.0123	(光圈 S)	
	10	0.9301	0.1902	1.62299	58.12
	11	-4.1799	0.0491	1.80100	34.92
	12	0.6440	0.0982		
	13	4.9082	0.0859	1.58913	61.22
	14	-4.9775	0.0307		
	15	3.0676	0.0920	1.58913	61.22
	16	-10.3052	D16(可变)		
[0248]	17	-6.1353	0.0491	1.58913	61.22
	18	3.4411	D18(可变)		
	*19	2.4541	0.1104	1.62263	58.19
	20	5.4478	D20(可变)		
	21	∞	0.0430	1.51680	64.20
	22	∞	0.0920		
	23	∞	0.0430	1.51680	64.20
	24	∞	0.0307		
	像面	∞			
[0249]	[非球面数据]				

面编号	κ	A4	A6	A8	A10	
	2	0.8145	6.24280E-03	2.17041E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
[0250]	7	1.0000	-1.15156E-01	-6.71093E-02	-1.33516E-01	0.00000E+00
	8	1.0000	4.43207E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
	19	1.0000	-2.42479E-02	2.00563E-02	9.42333E-02	0.00000E+00
[0251]	[变焦数据]					
	可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端		
	D6	1.90947	1.03034	0.04886		
[0252]	D16	0.07479	0.13747	0.49243		
	D18	0.27637	0.40612	0.33772		
	D20	1.11507	1.43886	2.70424		
[0253]	[透镜组数据]					
	组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度		
	G 1	1	-1.63500	0.8773		
[0254]	G 2	7	1.41112	0.9203		
	G 3	17	-3.73503	0.0491		
	G 4	19	7.07257	0.1104		
[0255]	[条件式]					
[0256]	条件式 (1) $D3W/D3T=0.818$					
[0257]	条件式 (2) $M3/M4=0.963$					
[0258]	条件式 (3) $BFw/(fw^2+ft^2)^{1/2}=0.368$					
[0259]	条件式 (4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.487$					
[0260]	条件式 (5) $f4/fw=7.073$					
[0261]	条件式 (6) $(-f1)/f2=1.159$					
[0262]	根据表3可知,本实施例的变焦镜头ZL3满足条件式(1)~(6)。					
[0263]	图6是第3实施例的变焦镜头ZL3的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图6(a)是第3实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图6(b)是第3实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图6(c)是第3实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。根据各像差图可知,第3实施例的变焦镜头ZL3良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。					
[0264]	(第4实施例)					
[0265]	使用图7、图8和表4来说明第4实施例。第4实施例的变焦镜头ZL(ZL4)如图7所示,由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3、具有正的光焦度的第4透镜组G4及具有负的光焦度的					

第5透镜组G5构成。

[0266] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12和凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13构成。此外，负透镜L11的物体侧面是非球面。另外，正透镜L12的像侧面是非球面。

[0267] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L21、凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L22与凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L23的接合透镜、以及凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜透镜L24与双凸形状的正透镜L25的接合透镜构成。此外，正透镜L21的两侧面是非球面。

[0268] 第3透镜组G3由双凹形状的负透镜L31构成。此外，负透镜L31的像侧面是非球面。

[0269] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41构成。

[0270] 第5透镜组G5由凹面朝向物体侧的弯月形状的负透镜L51构成。

[0271] 滤光片组FL配置于第5透镜组G5的像侧，由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0272] 本实施例的变焦镜头ZL4在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时，第1透镜组G1至第4透镜组G4移动，各透镜组的间隔变化。具体地说，第1透镜组G1以描绘出凸向像侧的轨迹的方式，暂时向像侧移动，其后向物体侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向像侧移动。第4透镜组G4向像侧移动。第5透镜组G5固定。此时，第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少，第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔增加，第3透镜组G3与第4透镜组G4的间隔在暂时增加之后减少，第4透镜组G4与第5透镜组G5的间隔减少。

[0273] 在以下的表4中，示出第4实施例中的各参数的值。表4中的面编号1~25与图7所示的m1~m25的各光学面对应。

[0274] (表4)

[0275] [全体参数]

变倍比 2.61

	广角端	中间焦点	远焦端
f	1.00	1.58	2.61
Fno	1.88	2.36	2.88
ω	51.5	38.6	24.0
Y	1.044	1.187	1.187
BF	0.38	0.38	0.38
TL	9.67	9.08	9.33

[0277] [透镜参数]

面编号	R	D	n d	ν d
物面	∞			
*1	8.64261	0.21739	1.69680	55.52
2	1.44928	1.05797		
3	-5.58998	0.11594	1.59201	67.02
*4	4.19179	0.30379		
5	4.84283	0.30436	1.84666	23.80
6	-67.97868	D6(可变)		
7	∞	0.07246	(光圈 S)	
*8	1.86965	0.44802	1.72903	54.04
*9	-7.50935	0.02898		
10	3.22848	0.23509	1.49700	81.73
11	9.75758	0.08695	1.64769	33.72
12	1.73854	0.38272		
[0278]				
13	23.07107	0.08696	1.74950	35.25
14	1.45638	0.55736	1.49700	81.73
15	-2.17480	D15(可变)		
16	-167.23232	0.11594	1.71300	53.94
*17	17.28659	D17(可变)		
18	13.39219	0.51738	1.72916	54.61
19	-2.76740	D19(可变)		
20	-2.76850	0.11594	1.48749	70.32
21	-20.23344	0.02899		
22	∞	0.06812	1.51680	64.20
23	∞	0.02174		
24	∞	0.10145	1.51680	64.20
25	∞	0.21740		
像面	∞			
[0279]	[非球面数据]			

面编号	κ	A4	A6	A8	A10
1	1.0000	1.26979E-02	-1.33695E-03	5.16445E-05	0.00000E+00
4	1.0000	-3.36717E-03	-1.25425E-03	-1.81979E-03	0.00000E+00
8	1.0000	-1.52678E-02	7.22094E-04	-4.02217E-04	0.00000E+00
9	1.0000	2.01074E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
17	1.0000	2.34398E-02	4.67999E-04	7.54536E-04	0.00000E+00

[0281] [变焦数据]

可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端
D6	2.91460	1.45214	0.47826
D15	0.14493	1.16020	2.80044
D17	0.81390	0.85831	0.81112
D19	0.74153	0.58058	0.21655

[0282] [透镜组数据]

组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度
G 1	1	-2.30358	1.99945
G 2	8	2.66160	1.89854
G 3	16	-21.96771	0.11594
G 4	18	3.18841	0.51738
G 5	20	-6.59368	0.11594

[0283] [条件式]

[0284] 条件式 (1) $D3W/D3T=1.003$

[0285] 条件式 (2) $M3/M4=0.995$

[0286] 条件式 (3) $BFw/(f_w^2+f_t^2)^{1/2}=0.126$

[0287] 条件式 (4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.038$

[0288] 条件式 (5) $f4/f_w=3.188$

[0289] 条件式 (6) $(-f1)/f2=0.865$

[0290] 根据表4可知,本实施例的变焦镜头ZL4满足条件式(1)~(6)。

[0291] 图8是第4实施例的变焦镜头ZL4的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图8(a)是第4实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图8(b)是第4实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图8(c)是第4实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。

[0292] 根据各像差图可知,第4实施例的变焦镜头ZL4良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。

[0293] (第5实施例)

[0296] 使用图9、图10和表5来说明第5实施例。第5实施例的变焦镜头ZL(ZL5)如图9所示，由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4构成。

[0297] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12、以及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13与凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L14的接合透镜构成。此外，负透镜L11的两侧面是非球面。另外，负透镜L12的两侧面是非球面。

[0298] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L21、双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜以及双凸形状的正透镜L24构成。此外，正透镜L21的两侧面是非球面。

[0299] 第3透镜组G3由凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L31构成。此外，正透镜L31的像侧面是非球面。

[0300] 第4透镜组G4包括双凸形状的正透镜L41。此外，正透镜L41的物体侧面是非球面。

[0301] 滤光片组FL配置于第4透镜组G4的像侧，由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0302] 本实施例的变焦镜头ZL5在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时，第1透镜组G1至第4透镜组G4的透镜组移动，各透镜组的间隔变化。具体地说，第1透镜组G1向像侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4向物体侧移动。此时，第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少，第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔增加，第3透镜组G3与第4透镜组G4的间隔增加。

[0303] 在以下的表5中，示出第5实施例中的各参数的值。表5中的面编号1~23与图9所示的m1~m23的各光学面对应。

[0304] (表5)

[0305] [全体参数]

	广角端	中间焦点	远焦端
变倍比	2.29		
f	1.00	1.44	2.29
Fno	1.86	2.38	2.88
ω	42.1	34.0	21.4
Y	0.766	0.909	0.909
BF	0.98	0.95	0.99
TL	7.55	6.61	6.14

[0307] [透镜参数]

面编号	R	D	n d	ν d
物面	∞			
*1	4.4948	0.0888	1.69680	55.46
*2	1.0157	0.6109		
*3	-5.3145	0.0888	1.59201	67.02
*4	12.6805	0.0222		
5	2.3141	0.2325	2.00069	25.46
6	5.0164	0.0666	1.69680	55.52
7	3.8665	D7(可变)		
8	∞	0.0555	(光圈 S)	
*9	1.5142	0.4439	1.77250	49.50
*10	-8.8479	0.0927		
[0308] 11	1.9770	0.3094	1.49782	82.57
12	-6.1276	0.0666	1.72825	28.38
13	1.0685	0.1659		
14	2.3462	0.3476	1.49782	82.57
15	-2.1151	D15(可变)		
16	14.1546	0.0666	1.58313	59.46
*17	1.3113	D17(可变)		
*18	3.2472	0.3554	1.82080	42.71
19	-5.3219	D19(可变)		
20	∞	0.0522	1.51680	63.88
21	∞	0.0166		
22	∞	0.0777	1.51680	63.88
23	∞	0.1554		
像面	∞			
[0309] [非球面数据]				

面编号	κ	A4	A6	A8	A10	
	1	1.0000	-1.22649E-01	8.65627E-02	-2.08158E-02	0.00000E+00
	2	0.7707	-1.57629E-01	-6.18620E-02	5.29153E-02	-3.20432E-02
	3	1.0000	-1.30119E-01	3.68681E-03	6.26482E-02	0.00000E+00
[0310]	4	1.0000	-1.21439E-01	7.03803E-02	6.32759E-02	-2.89227E-02
	9	1.0000	-2.35433E-02	1.06100E-02	-1.16401E-03	3.51134E-03
	10	1.0000	3.59908E-02	1.28530E-02	0.00000E+00	0.00000E+00
	17	1.0000	3.02388E-02	-1.48125E-03	-8.28950E-02	0.00000E+00
	18	1.0000	9.62528E-03	1.36070E-02	-6.11018E-03	0.00000E+00
[0311]	[变焦数据]					
	可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端		
	D7	2.77786	1.51290	0.41986		
[0312]	D15	0.21956	0.55211	1.15116		
	D17	0.55801	0.58243	0.56742		
	D19	0.72522	0.69600	0.73466		
[0313]	[透镜组数据]					
	组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度		
	G 1	1	-2.08993	1.1098		
[0314]	G 2	9	1.75174	1.4816		
	G 3	16	-2.48305	0.0666		
	G 4	18	2.50378	0.3554		
[0315]	[条件式]					
[0316]	条件式 (1) $D3W/D3T=0.983$					
[0317]	条件式 (2) $M3/M4=0.501$					
[0318]	条件式 (3) $BFw/(fw^2+ft^2)^{1/2}=0.394$					
[0319]	条件式 (4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.275$					
[0320]	条件式 (5) $f4/fw=2.504$					
[0321]	条件式 (6) $(-f1)/f2=1.193$					
[0322]	根据表5可知,本实施例的变焦镜头ZL5满足条件式(1)~(6)。					
[0323]	图10是第5实施例的变焦镜头ZL5的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图10(a)是第5实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图10(b)是第5实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图10(c)是第5实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。根据各像差图可知,第5实施例					

的变焦镜头ZL5良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。

[0324] (第6实施例)

[0325] 使用图11、图12和表6来说明第6实施例。第6实施例的变焦镜头ZL(ZL6)如图11所示,由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3、具有正的光焦度的第4透镜组G4及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。

[0326] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、接合透镜及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L14构成,其中,所述接合透镜由凸面朝向像侧的弯月形状的正透镜L12和双凹形状的负透镜L13构成。此外,负透镜L11的像侧面是非球面。

[0327] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L21、凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L22与凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L23的接合透镜、以及凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L24与双凸形状的正透镜L25的接合透镜构成。此外,正透镜L21的两侧面是非球面。

[0328] 第3透镜组G3由凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L31构成。此外,负透镜L31的像侧面是非球面。

[0329] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41构成。

[0330] 第5透镜组G5由凹面朝向物体侧的弯月形状的负透镜L51构成。

[0331] 滤光片组FL配置于第5透镜组G5的像侧,由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0332] 本实施例的变焦镜头ZL6在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1至第4透镜组G4的透镜组移动,各透镜组的间隔变化。具体地说,第1透镜组G1以描绘出凸向像侧的轨迹的方式,暂时向像侧移动,其后向物体侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向像侧移动。第4透镜组G4向像侧移动。第5透镜组G5固定。此时,第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少,第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔增加,第3透镜组G3与第4透镜组G4的间隔在暂时增加后减少,第4透镜组G4与第5透镜组G5的间隔减少。

[0333] 在以下的表6中,示出第6实施例中的各参数的值。表6中的面编号1~26与图11所示的m1~m26的各光学面对应。

[0334] (表6)

[0335] [全体参数]

	变倍比	2.61		
		广角端	中间焦点	远焦端
	f	1.00	1.58	2.61
[0336]	Fno	1.82	2.24	2.88
	ω	50.1	38.3	23.7
	Y	1.000	1.187	1.187
	BF	0.27	0.27	0.27
	TL	9.65	8.88	8.87
[0337]	[透镜参数]			
	面编号	R	D	n d ν d
	物面	∞		
	1	4.8166	0.17391	1.69680 55.46
	*2	1.3044	0.98551	
	3	-4.6742	0.18814	1.58144 40.98
	4	-3.7134	0.08696	1.58913 61.22
	5	4.1774	0.15296	
	6	3.6921	0.29658	2.00069 25.46
	7	13.6501	D7(可变)	
[0338]	8	∞	0.07246	(光圈 S)
	*9	1.7540	0.46931	1.72903 54.04
	*10	-9.9607	0.02899	
	11	2.6626	0.24556	1.79500 45.31
	12	7.1836	0.08696	1.67270 32.18
	13	1.4987	0.22986	
	14	11.1067	0.16250	1.74950 35.25
	15	1.2083	0.57971	1.49782 82.57
	16	-2.3874	D16(可变)	

	17	8.7426	0.08696	1.58913	61.25	
	*18	3.0535	D18(可变)			
	19	5.7488	0.48976	1.72916	54.61	
	20	-4.0596	D20(可变)			
	21	-6.5217	0.08696	1.48749	70.32	
[0339]	22	-28.3863	0.02899			
	23	∞	0.06834	1.51680	63.88	
	24	∞	0.02181			
	25	∞	0.10178	1.51680	63.88	
	26	∞	0.04657			
	像面	∞				
[0340]	[非球面数据]					
	面编号	κ	A4	A6	A8	A10
	2	0.6272	-2.52625E-03	3.72198E-03	-2.73998E-03	1.00790E-03
[0341]	9	1.0000	-1.83548E-02	-1.20683E-04	-5.71472E-04	0.00000E+00
	10	1.0000	1.92507E-02	2.52728E-04	0.00000E+00	0.00000E+00
	18	1.0000	2.44010E-02	-1.99545E-03	-2.01356E-04	0.00000E+00
[0342]	[变焦数据]					
	可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端		
	D7	3.19934	1.67813	0.47826		
[0343]	D16	0.10145	0.86729	2.25232		
	D18	0.79242	0.93415	0.79035		
	D20	0.86838	0.71292	0.66119		
[0344]	[透镜组数据]					
	组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度		
	G 1	1	-2.21265	1.88406		
	G 2	9	2.40024	1.87535		
[0345]	G 3	17	-8.01041	0.08696		
	G 4	19	3.33333	0.48976		
	G 5	21	-17.39131	0.08696		

[0346] [条件式]

[0347] 条件式(1) $D3W/D3T=1.003$

[0348] 条件式(2) $M3/M4=0.990$

[0349] 条件式(3) $BFW/(f_w^2+f_t^2)^{1/2}=0.096$

[0350] 条件式(4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.091$

[0351] 条件式(5) $f4/f_w=3.333$

[0352] 条件式(6) $(-f1)/f2=0.922$

[0353] 根据表6可知,本实施例的变焦镜头ZL6满足条件式(1)~(6)。

[0354] 图12是第6实施例的变焦镜头ZL6的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图12(a)是第6实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图12(b)是第6实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图12(c)是第6实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。根据各像差图可知,第6实施例的变焦镜头ZL6良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。

[0355] (第7实施例)

[0356] 使用图13、图14和表7来说明第7实施例。第7实施例的变焦镜头ZL(ZL7)如图13所示,由从物体侧起依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3及具有正的光焦度的第4透镜组G4构成。

[0357] 第1透镜组G1由从物体侧起依次排列的凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L11、双凹形状的负透镜L12及凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L13构成。此外,负透镜L11的两侧面是非球面。另外,负透镜L12的两侧面是非球面。

[0358] 第2透镜组G2由从物体侧起依次排列的以调节光量为目的的孔径光阑S、双凸形状的正透镜L21、双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜以及双凸形状的正透镜L24构成。此外,正透镜L21的两侧面是非球面。

[0359] 第3透镜组G3由从物体侧起依次排列的凸面朝向物体侧的弯月形状的正透镜L31与凹面朝向像侧的弯月形状的负透镜L32的接合透镜构成。此外,负透镜L32的像侧面是非球面。

[0360] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41构成。此外,正透镜L41的物体侧面是非球面。

[0361] 滤光片组FL配置于第4透镜组G4的像侧,由用于将配置于像面I的CCD等固体摄像元件的极限分辨率以上的空间频率截止的低通滤光片、红外截止滤光片等构成。

[0362] 本实施例的变焦镜头ZL7在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1至第4透镜组G4的所有的透镜组移动,各透镜组的间隔变化。具体地说,第1透镜组G1向像侧移动。第2透镜组G2向物体侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4以描绘出凸向像侧的轨迹的方式,暂时向像侧移动,其后向物体侧移动。此时,第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔减少,第2透镜组G2与第3透镜组G3的间隔增加,第3透镜组G3与第4透镜组G4的间隔增加。

[0363] 在以下的表7中,示出第7实施例中的各参数的值。表7中的面编号1~23与图13所示的m1~m23的各光学面对应。

[0364] (表7)

[0365] [全体参数]

变倍比 2.23

	广角端	中间焦点	远焦端
f	1.00	1.46	2.23
F n o	1.85	2.40	2.81
[0366] ω	41.6	33.7	22.1
Y	0.772	0.917	0.917
B F	1.10	1.04	1.11
T L	7.53	6.67	6.23

[0367] [透镜参数]

面编号	R	D	n d	ν d
物面	∞			
*1	2.0842	0.0895	1.69680	55.46
*2	0.8578	0.6965		
*3	-3.2981	0.0895	1.59201	67.02
*4	67.1703	0.0253		
5	2.3534	0.2184	1.92286	20.88
[0368] 6	3.8951	D6(可变)		
7	∞	0.0560	(光圈 S)	
*8	1.4438	0.4477	1.77250	49.50
*9	-6.4742	0.0728		
10	2.2805	0.2630	1.49782	82.57
11	-8.3399	0.0672	1.72825	28.38
12	1.0551	0.2864		

	13	2.6228	0.3685	1.49782	82.57	
	14	-1.9670	D14(可变)			
	15	5.1461	0.1254	1.83481	42.73	
	16	7.0228	0.0672	1.74330	49.32	
	*17	1.3713	D17(可变)			
[0369]	*18	3.5373	0.2988	1.82080	42.71	
	19	-7.3787	D19(可变)			
	20	∞	0.0526	1.51680	63.88	
	21	∞	0.0168			
	22	∞	0.0784	1.51680	63.88	
	23	∞	0.1567			
	像面	∞				
[0370]	[非球面数据]					
	面编号	κ	A4	A6	A8	A10
	1	1.0000	-1.38024E-01	6.05393E-02	-1.61893E-02	0.00000E+00
	2	0.4953	-1.16727E-01	-2.94793E-02	1.54379E-02	-2.27592E-02
	3	1.0000	-9.06410E-03	-6.32774E-02	7.07144E-02	0.00000E+00
[0371]	4	1.0000	-2.60980E-02	-4.23139E-02	8.78300E-02	-2.67685E-02
	8	1.0000	-3.18339E-02	3.08040E-03	5.07463E-03	-3.24715E-03
	9	1.0000	4.26824E-02	5.47004E-03	0.00000E+00	0.00000E+00
	17	1.0000	2.83947E-02	2.97098E-02	-8.57895E-02	0.00000E+00
	18	1.0000	1.50043E-02	2.20033E-02	-9.59971E-03	0.00000E+00
[0372]	[变焦数据]					
	可变间隔	广角端	中间焦点	远焦端		
	D6	2.70737	1.47742	0.46339		
[0373]	D14	0.08955	0.44531	1.01706		
	D17	0.46196	0.53835	0.47206		
	D19	0.83986	0.77842	0.84998		
[0374]	[透镜组数据]					

	组编号	组初面	组焦距	透镜结构长度
	G 1	1	-1.98768	1.1192
[0375]	G 2	8	1.76777	1.5616
	G 3	15	-2.60713	0.1926
	G 4	18	2.94947	0.2988

[0376] [条件式]

[0377] 条件式 (1) $D3W/D3T=0.979$

[0378] 条件式 (2) $M3/M4=0.501$

[0379] 条件式 (3) $BFw/(f_w^2+ft^2)^{1/2}=0.450$

[0380] 条件式 (4) $\Sigma dw/\Sigma dt=1.255$

[0381] 条件式 (5) $f4/f_w=2.949$

[0382] 条件式 (6) $(-f1)/f2=1.124$

[0383] 根据表7可知,本实施例的变焦镜头ZL7满足条件式(1)~(6)。

[0384] 图14是第7实施例的变焦镜头ZL7的各像差图(球面像差图、像散图、畸变图、彗差图和倍率色像差图)。图14(a)是第7实施例的广角端状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图14(b)是第7实施例的中间焦距状态下的摄影距离无限远处的各像差图,图14(c)是第7实施例的远焦端状态下的摄影距离无限远处的各像差图。根据各像差图可知,第7实施例的变焦镜头ZL7良好地校正了各像差,具有优良的光学性能。

[0385] 根据以上那样的各实施例,能够提供小型且广角端状态下的视场角是 84° 左右、并且具有优良的光学性能的变焦镜头。

[0386] 以上,为了容易理解本发明,附加实施方式的结构要件地进行了说明,但本发明不限于于此,这自不待言。

[0387] 例如,在上述实施例中,示出了4组、5组结构,但也能够应用于其他组结构。另外,也可以是在最靠物体侧追加透镜或者透镜组而成的结构、在最靠像侧追加透镜或者透镜组而成的结构。另外,透镜组表示具有被在对焦时、变倍时变化的空气间隔分离的至少1枚透镜的部分。

[0388] 另外,也可以设为使单个或者多个的透镜组或者部分透镜组在光轴方向上移动来进行从无限远物体向近距离物体的对焦的对焦透镜组。该对焦透镜组也能够应用于自动聚焦,也适用于自动聚焦用的(使用超声波马达等的)马达驱动。特别是,优选将第3透镜组G3或者第4透镜组G4设为对焦透镜组。或者也能够使第3透镜组G3与第4透镜组G4同时运动来进行对焦。

[0389] 另外,也可以设为使透镜组或者部分透镜组以具有与光轴垂直的方向的分量的方式移动或者在包括光轴的面内方向上旋转移动(摆动)来校正由于手抖动而产生的像抖动的防抖动透镜组。特别是,优选将第2透镜组G2或者第3透镜组G3设为防抖动透镜组。

[0390] 另外,透镜面即使由球面或者平面形成,也可以由非球面形成。在透镜面是球面或者平面的情况下,透镜加工和组装调整变得容易,防止由加工和组装调整的误差导致的光学性能的劣化,因此是优选的。另外,即使在像面偏移了的情况下描绘性能的劣化也少,因

此是优选的。在透镜面是非球面的情况下,非球面可以是由研削加工而得到的非球面、用模具将玻璃形成非球面形状而得到的玻璃模铸非球面、在玻璃的表面将树脂形成非球面形状而得到的复合型非球面中的任意一种非球面。另外,透镜面也可以设为衍射面,也可以将透镜设为折射率分布型透镜 (GRIN透镜) 或者塑料透镜。

[0391] 虽然孔径光阑S优选配置于第2透镜组G2的附近,但也可以不设置作为孔径光阑的部件而用透镜的框来代替其作用。

[0392] 在各透镜面,为了减轻眩光、重影而达到高对比度的高光学性能,也可以施加在宽的波长区域中具有高的透射率的防反射膜。

[0393] 标号说明

[0394]	ZL (ZL1~ZL7)	变焦镜头
[0395]	G1	第1透镜组
[0396]	G2	第2透镜组
[0397]	G3	第3透镜组
[0398]	G4	第4透镜组
[0399]	G5	第5透镜组
[0400]	S	孔径光阑
[0401]	FL	滤光片组
[0402]	I	像面
[0403]	CAM	数码静态相机(光学设备)。

(第1实施例)

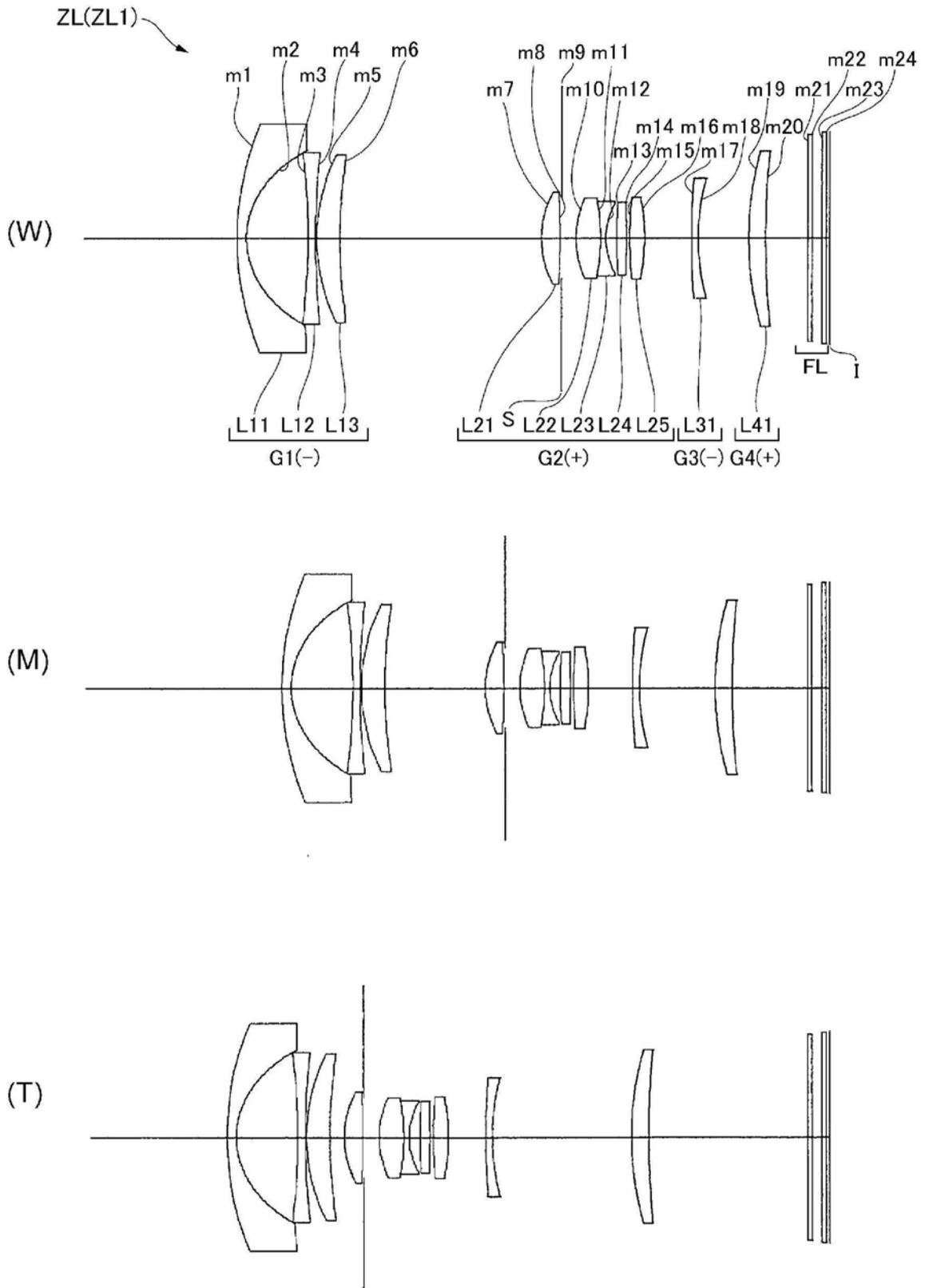


图1

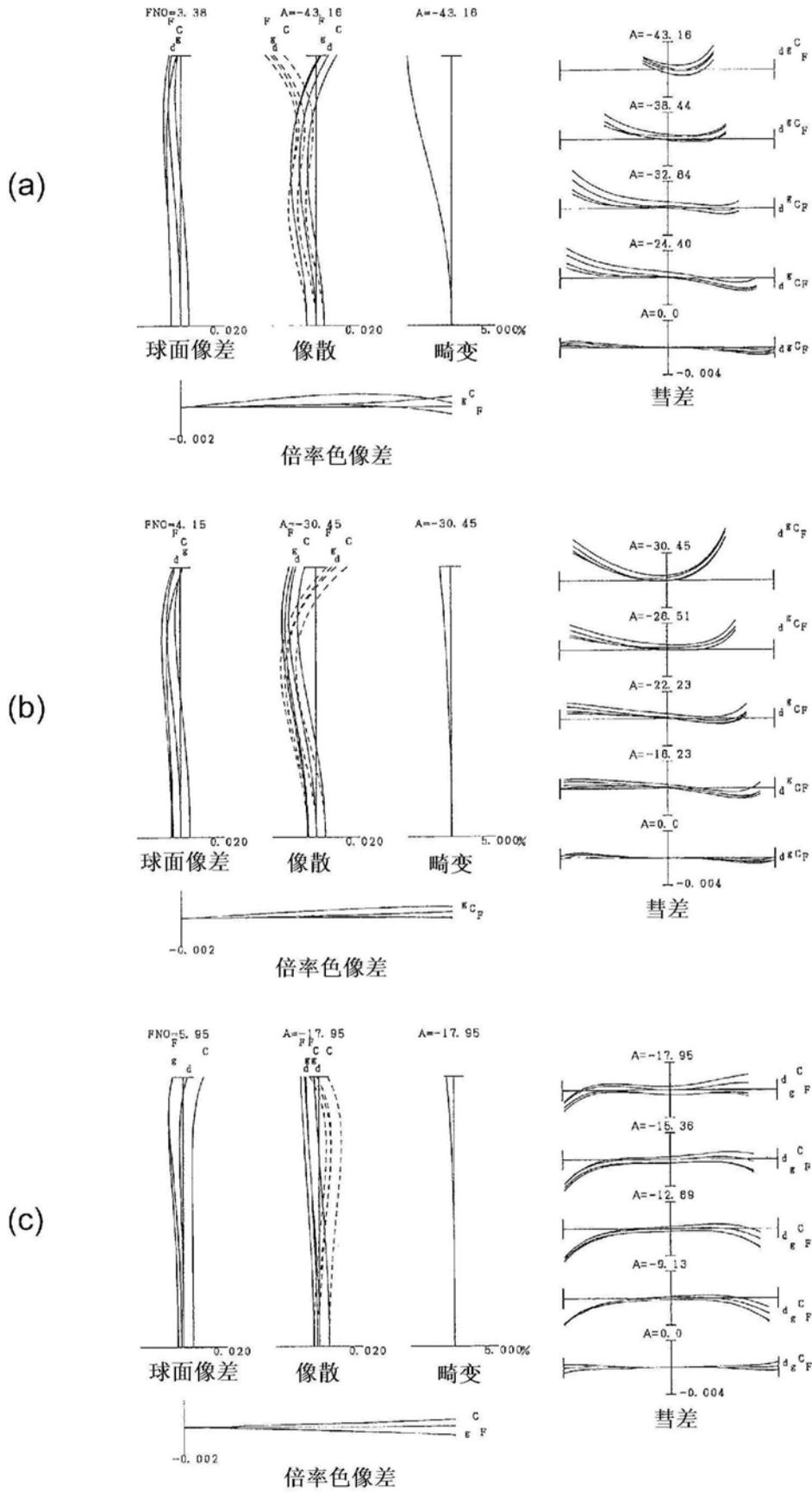


图2

(第2实施例)

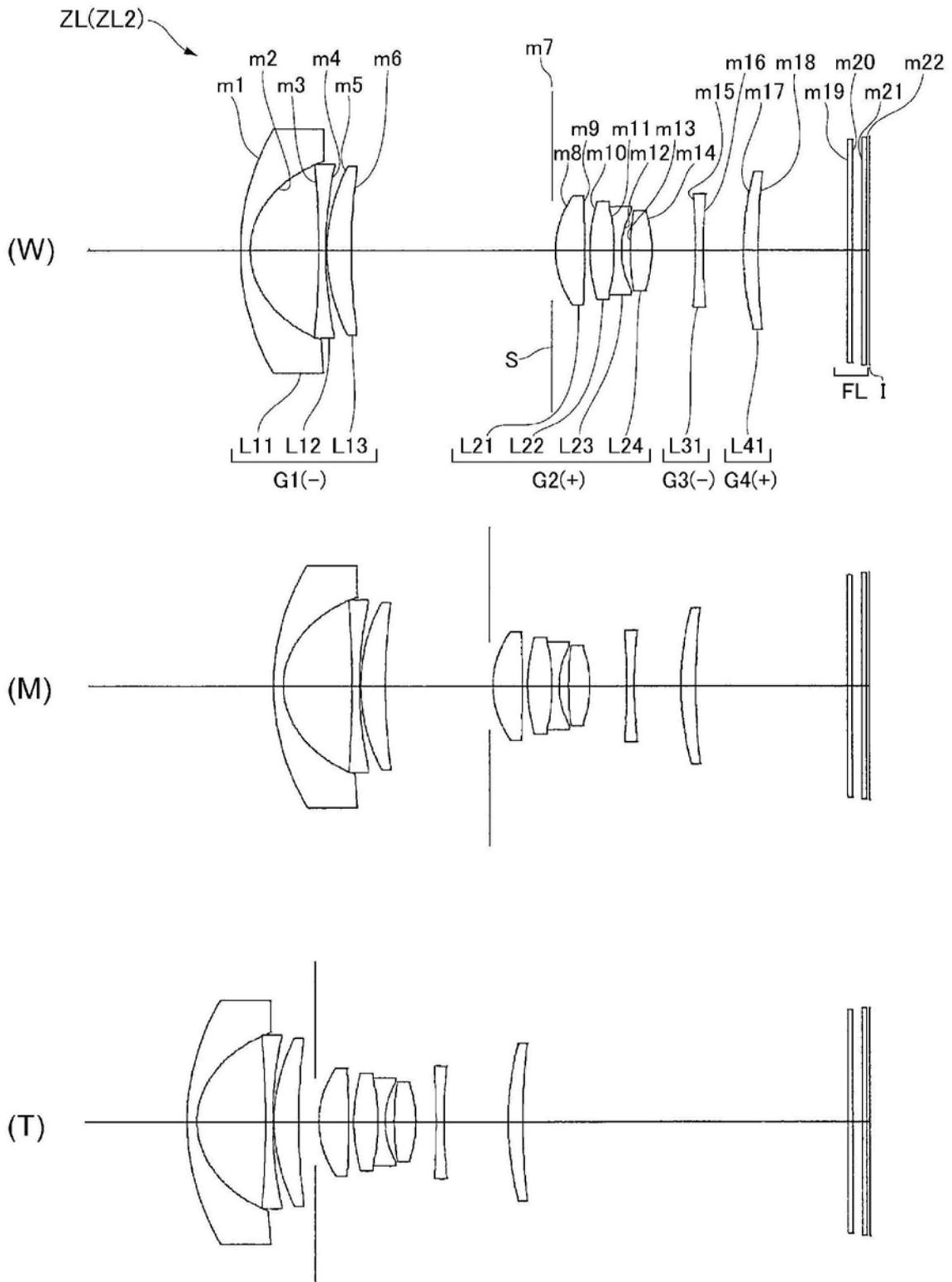


图3

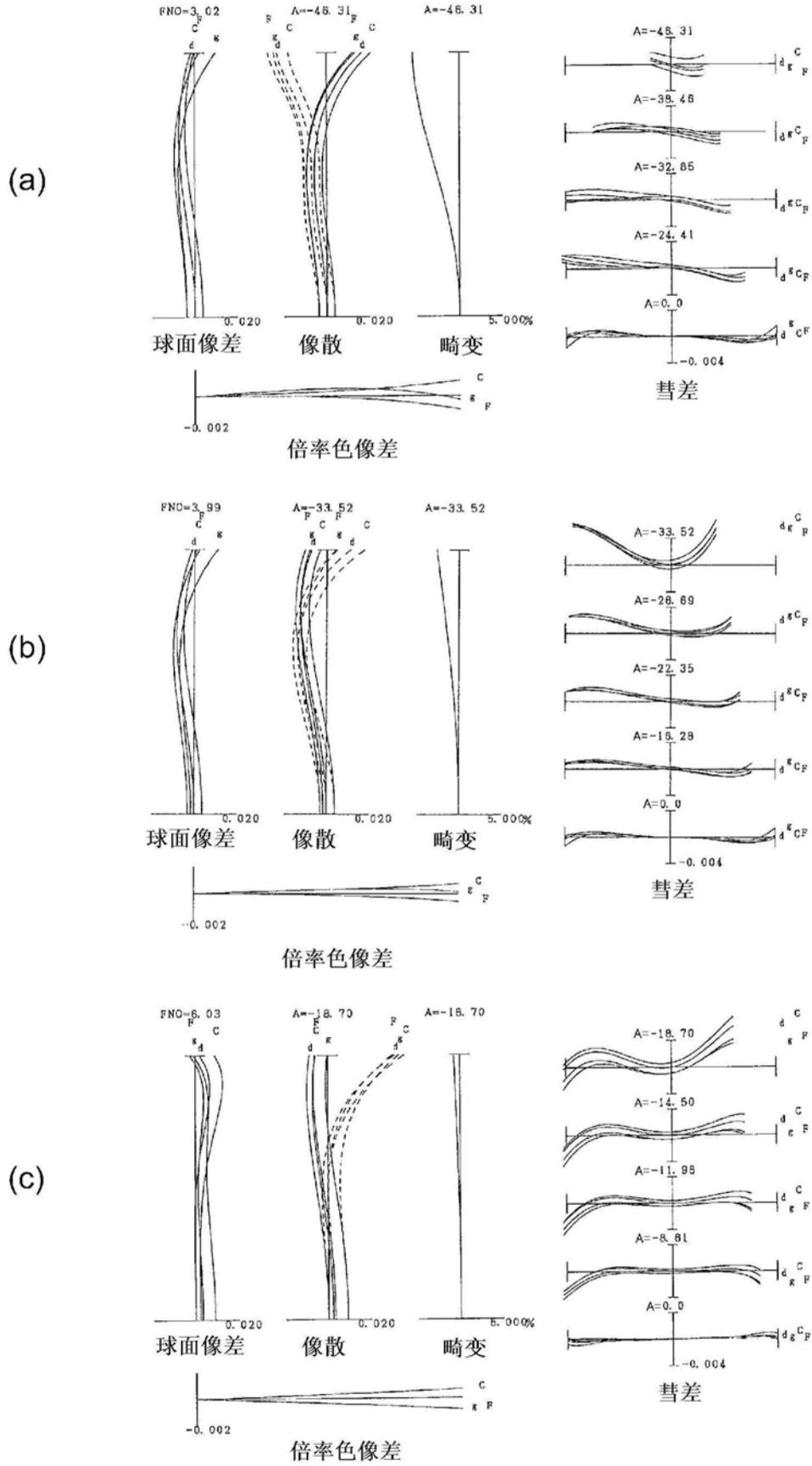


图4

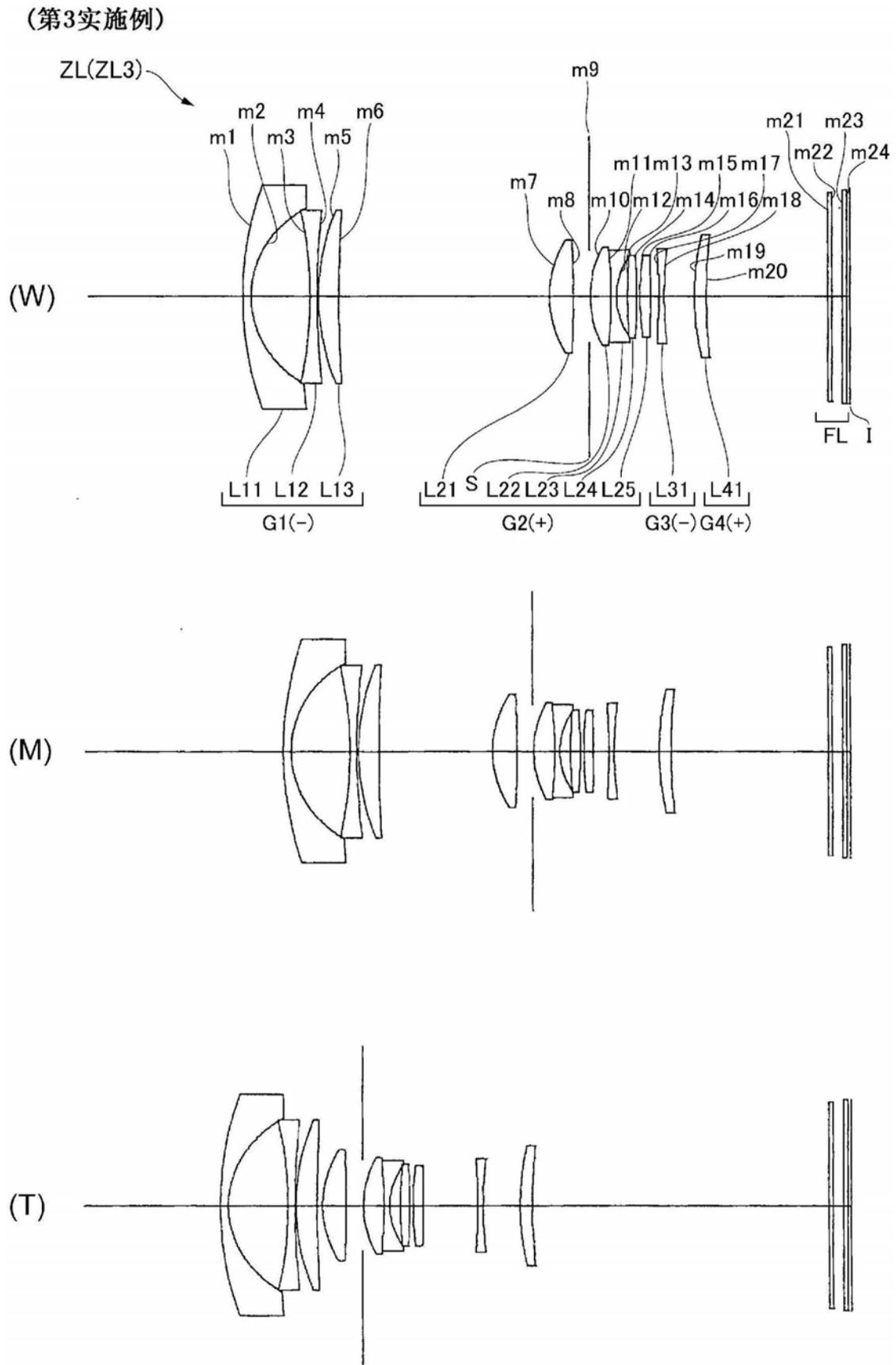


图5

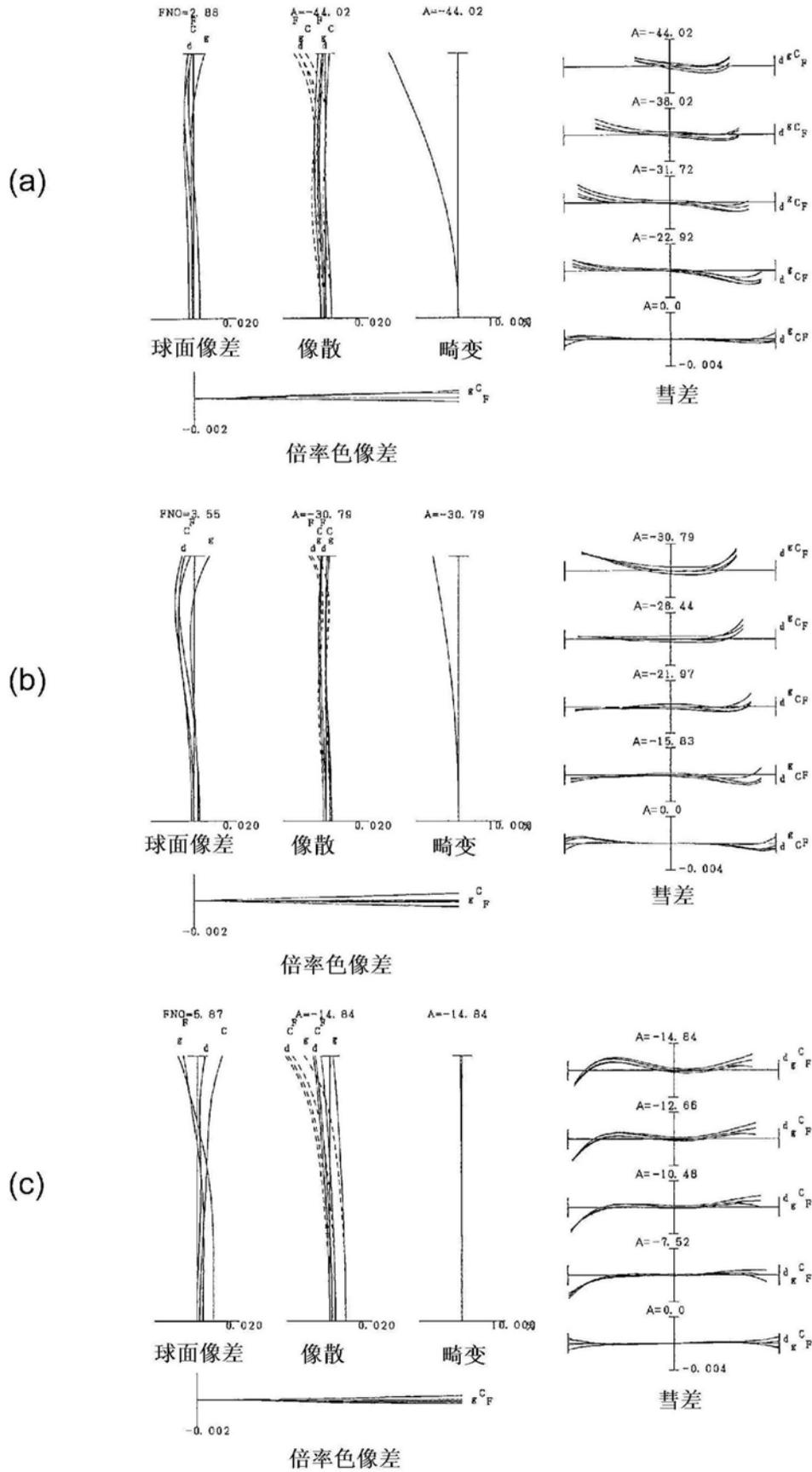


图6

(第4实施例)

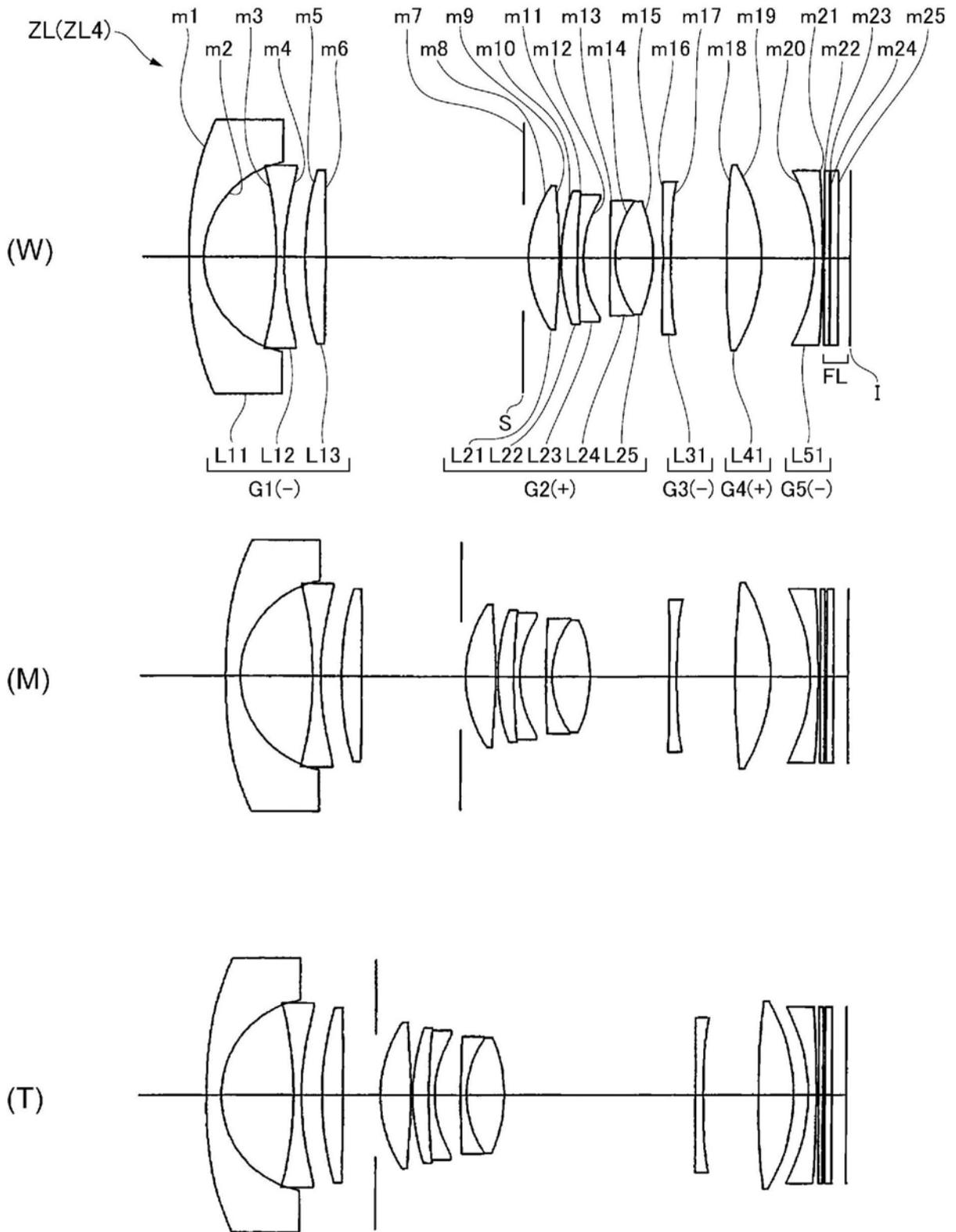


图7

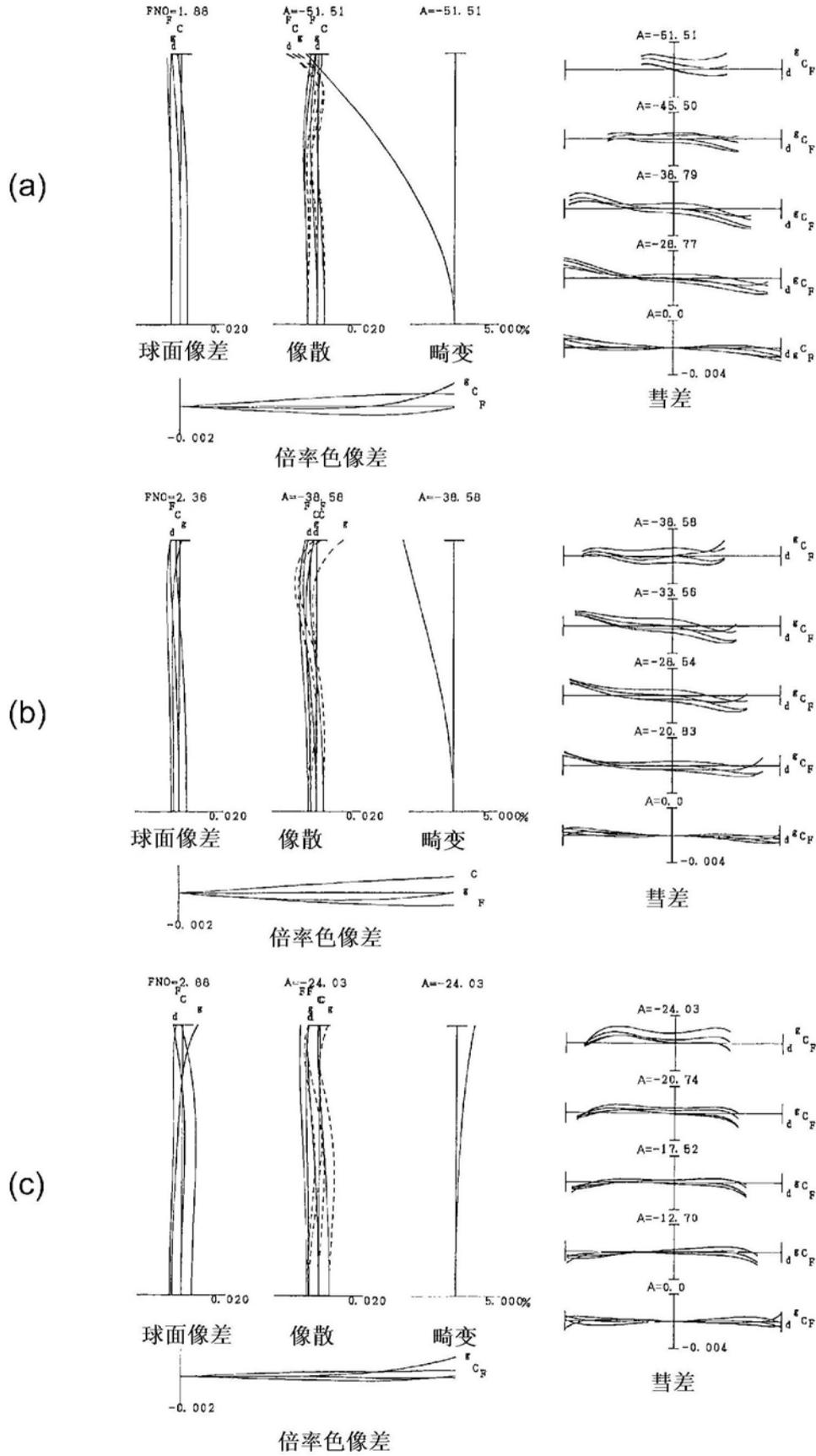


图8

(第5实施例)

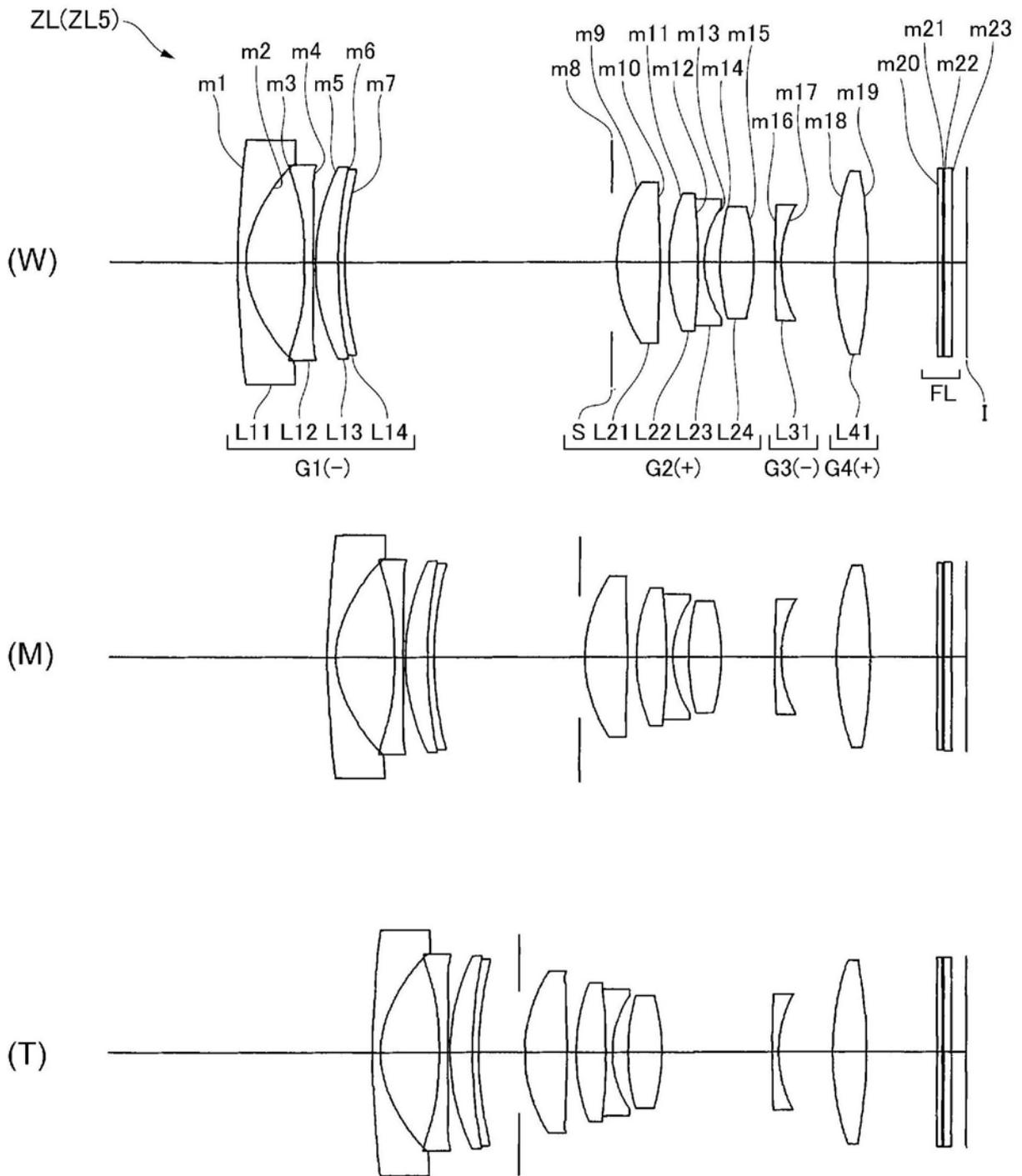


图9

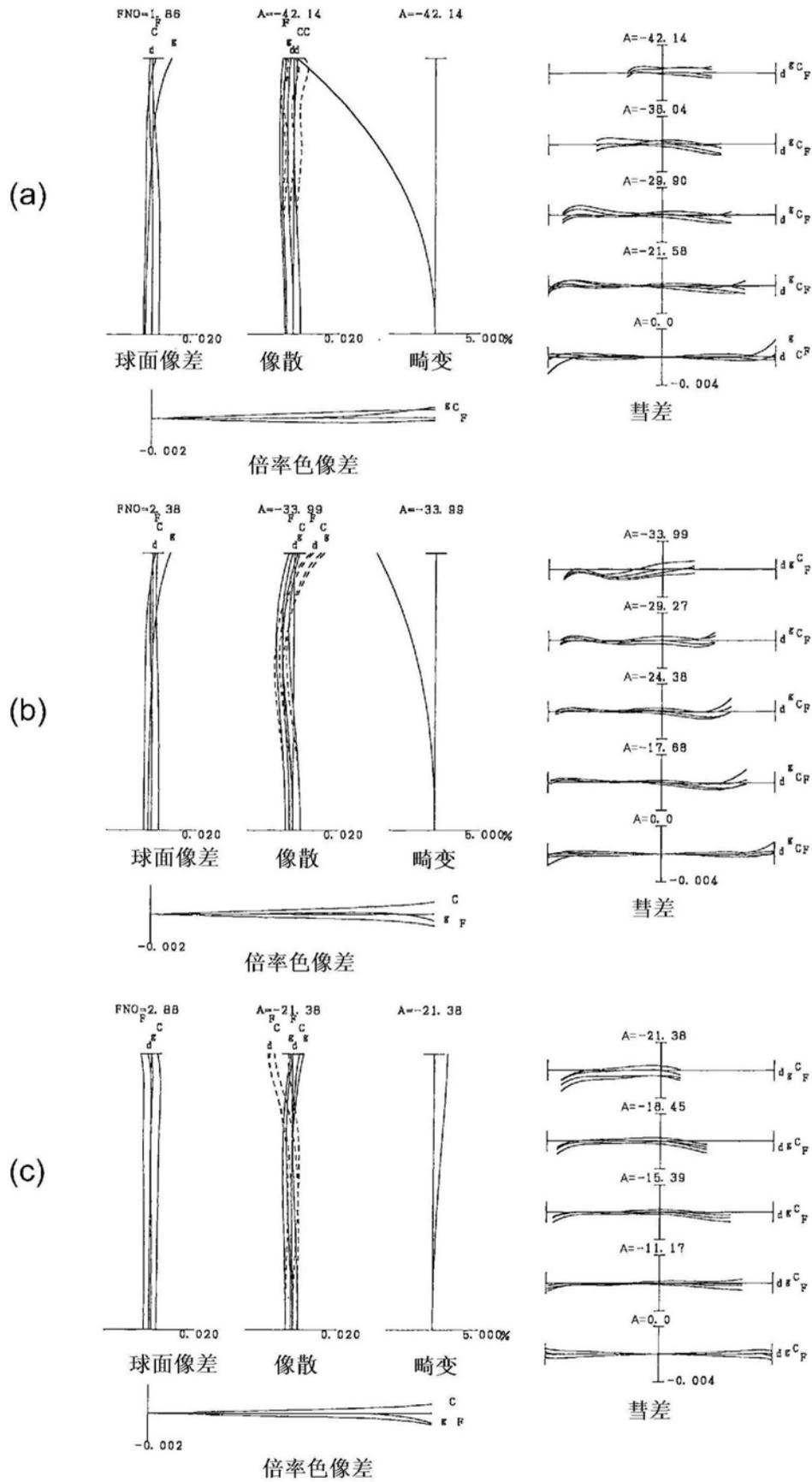


图10

(第6实施例)

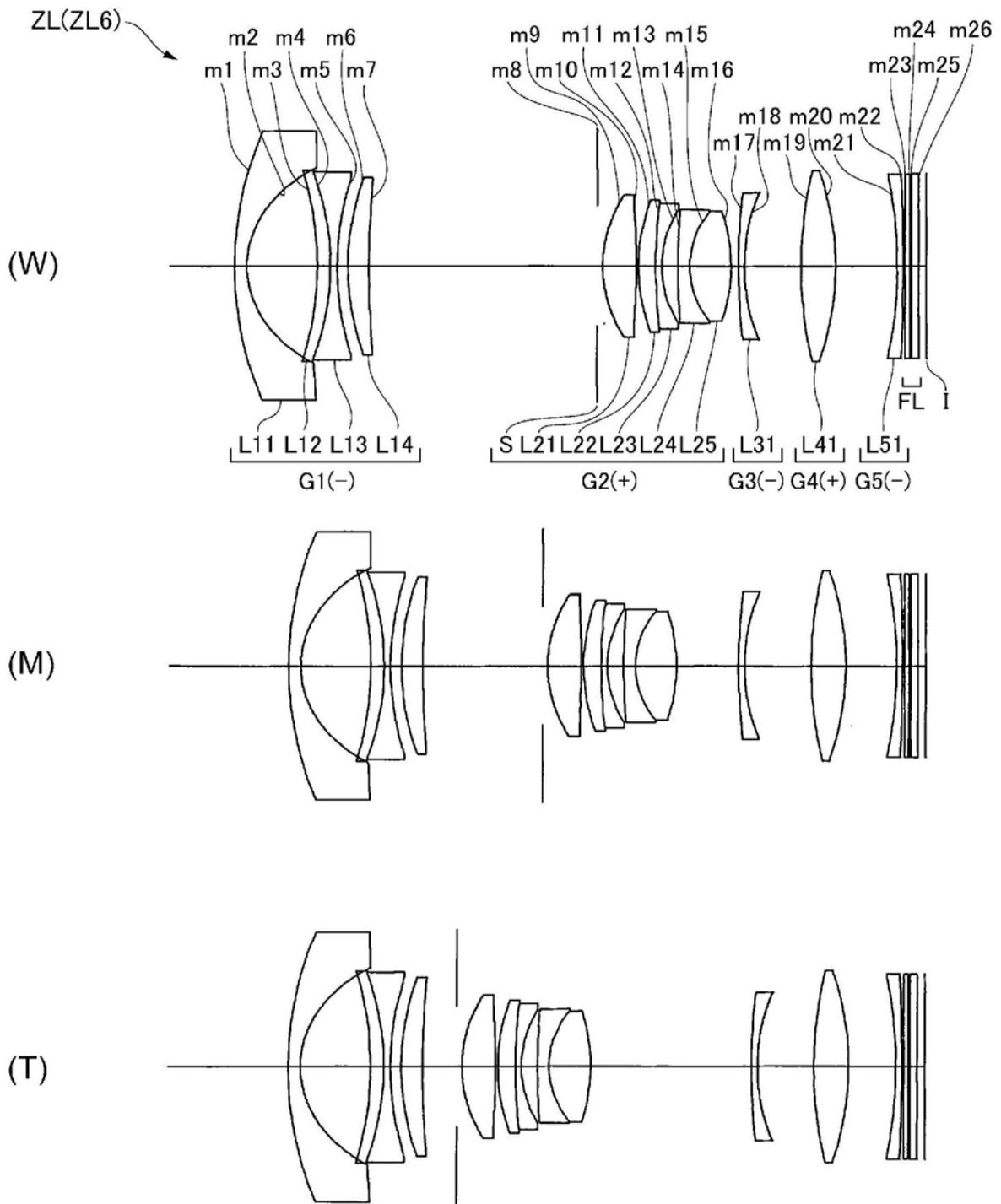


图11

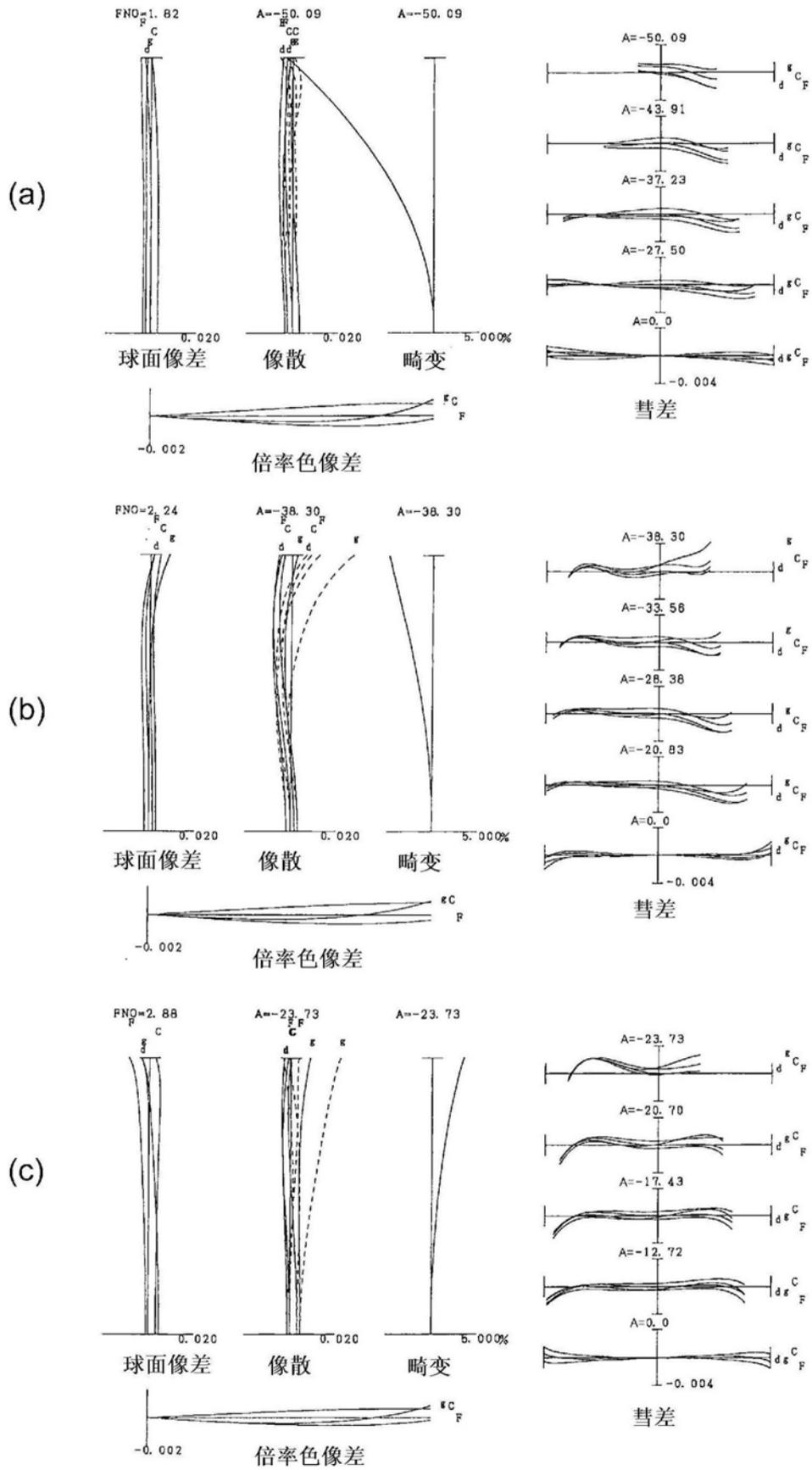


图12

(第7实施例)

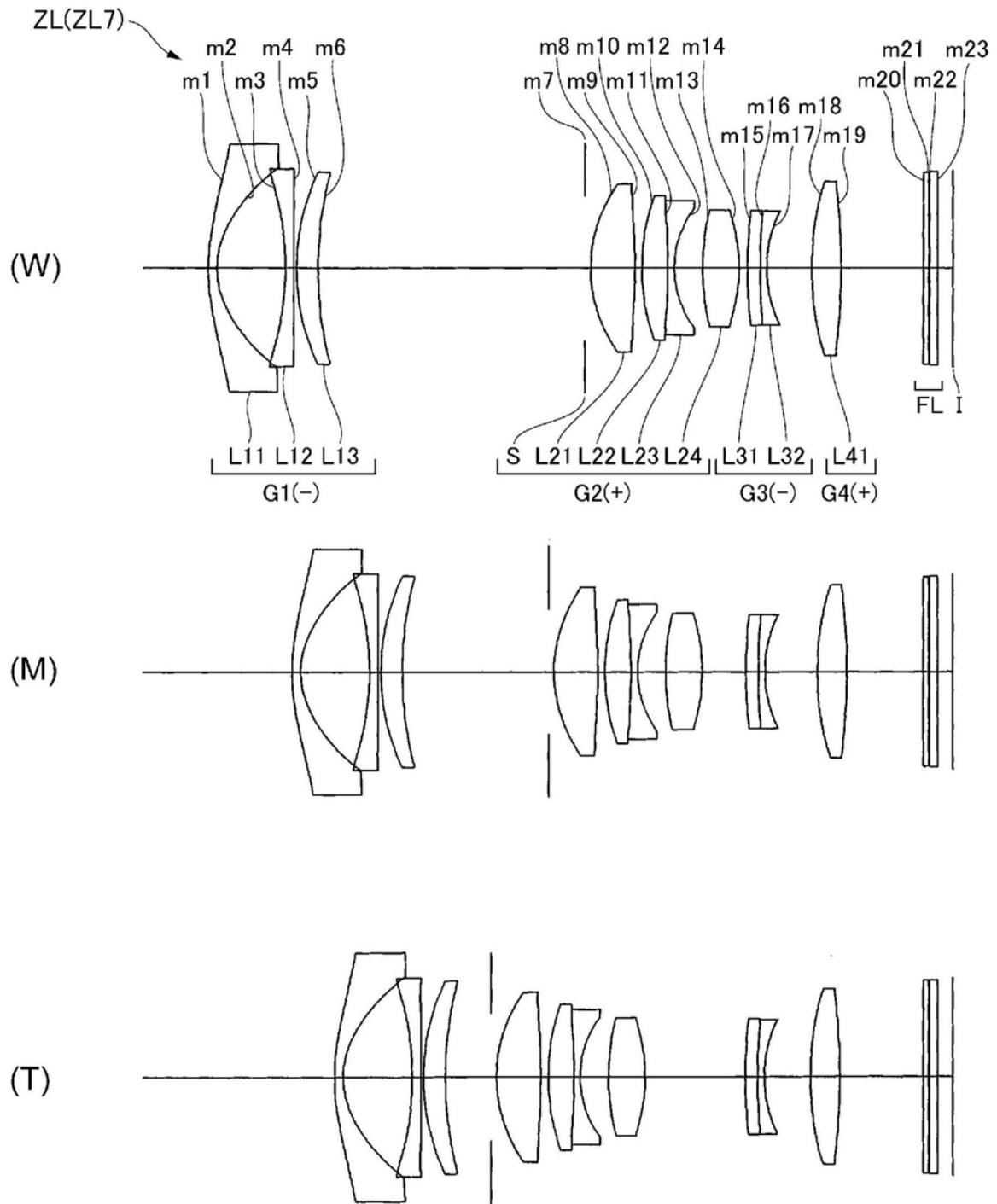


图13

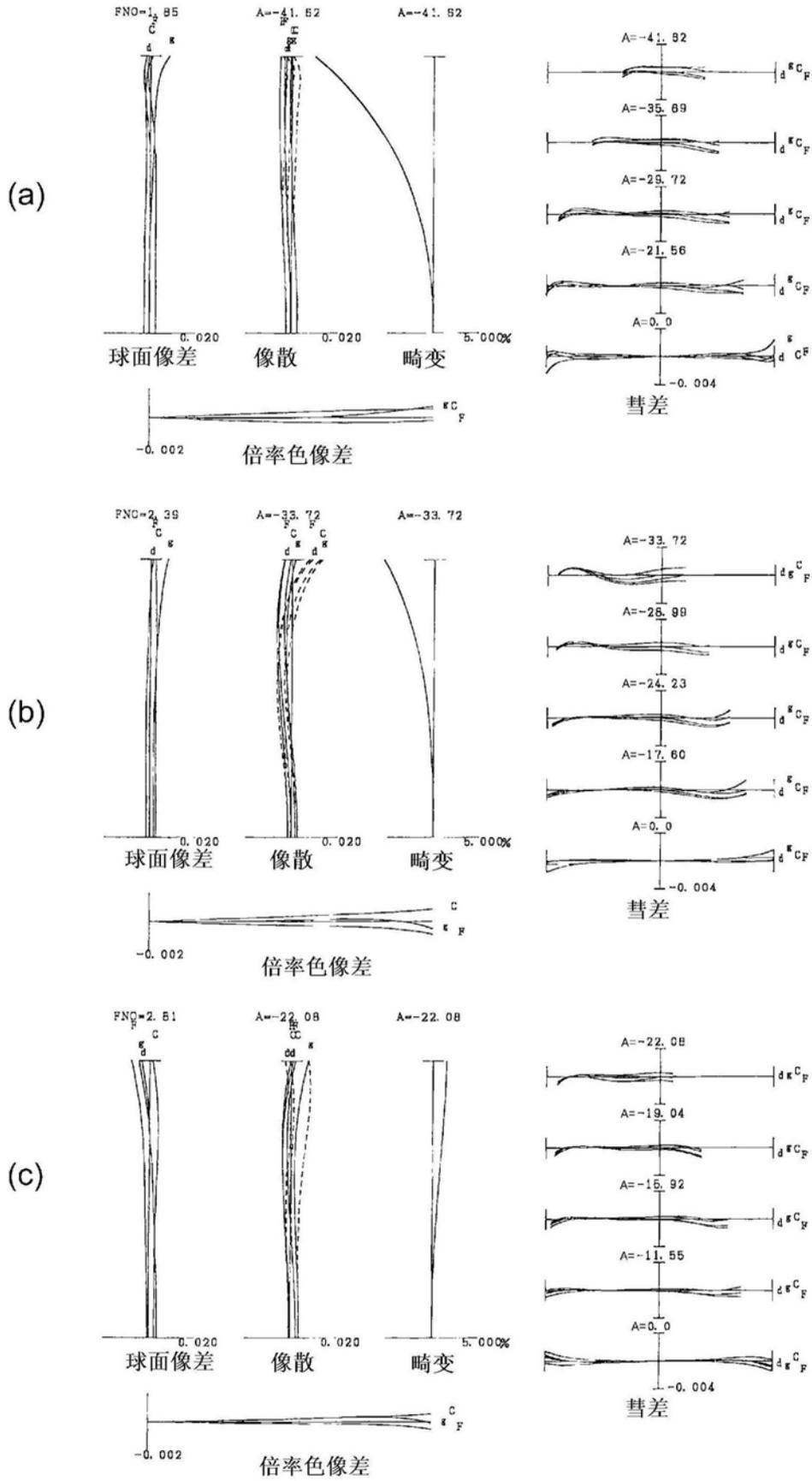


图14

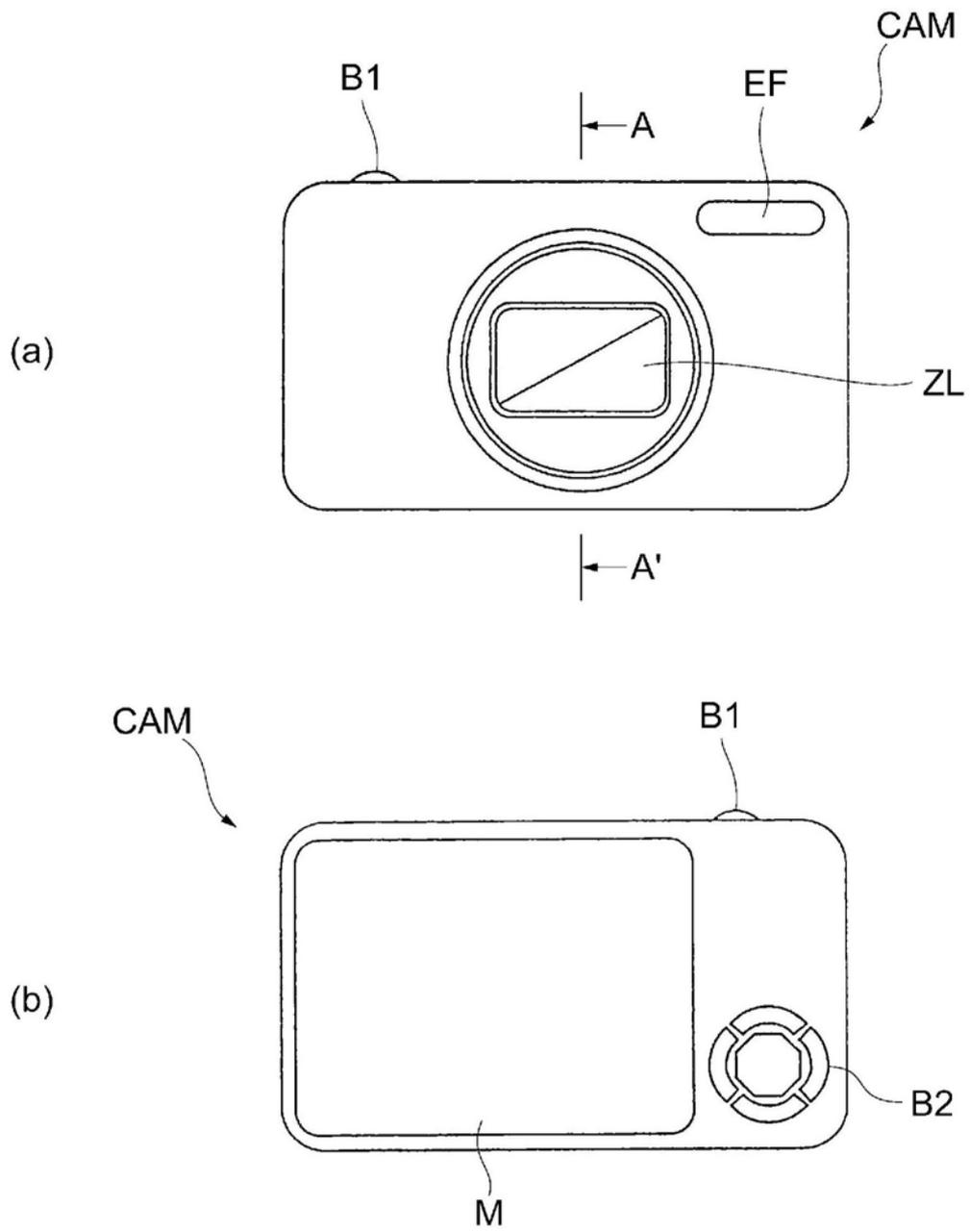


图15

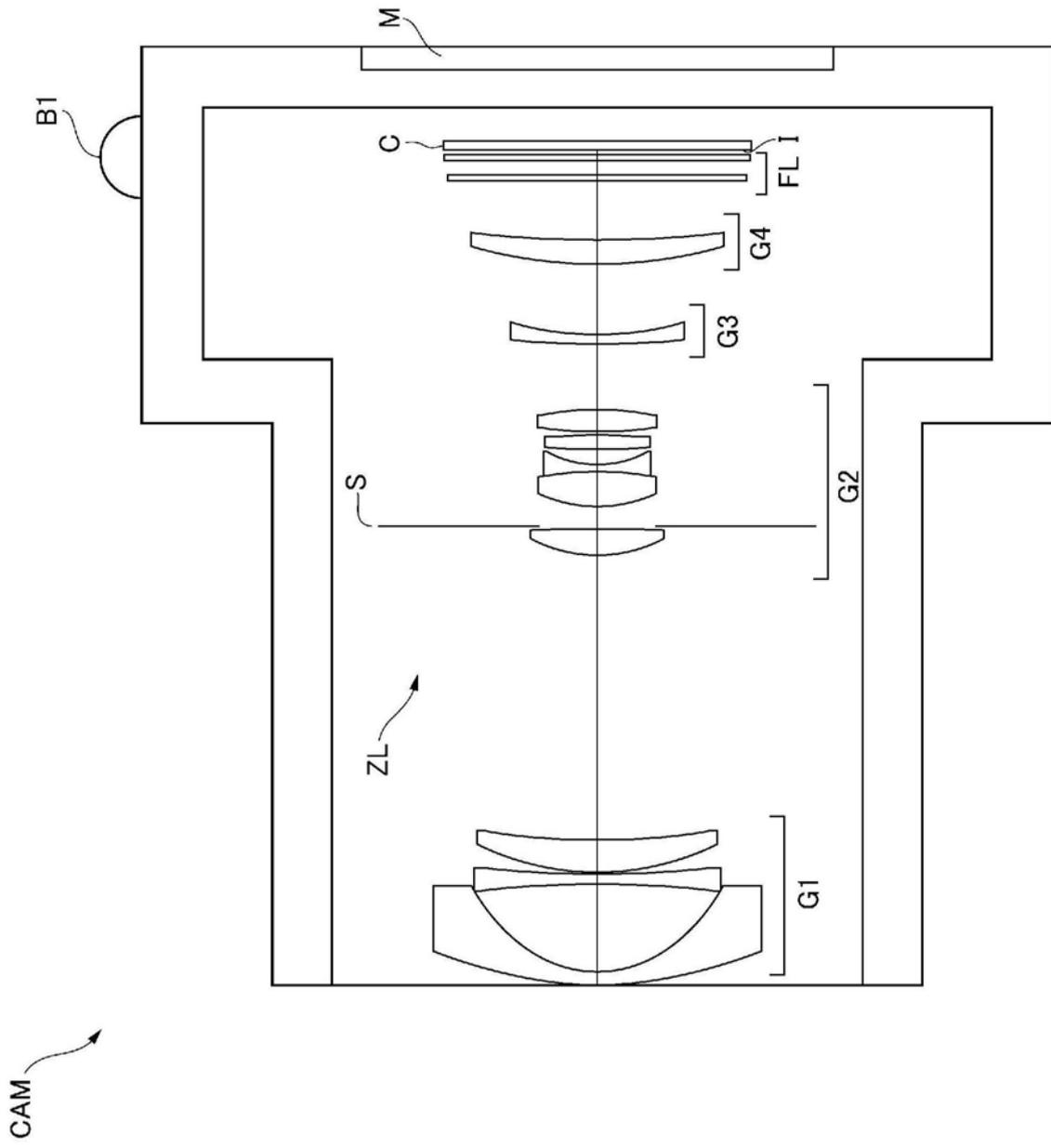


图16

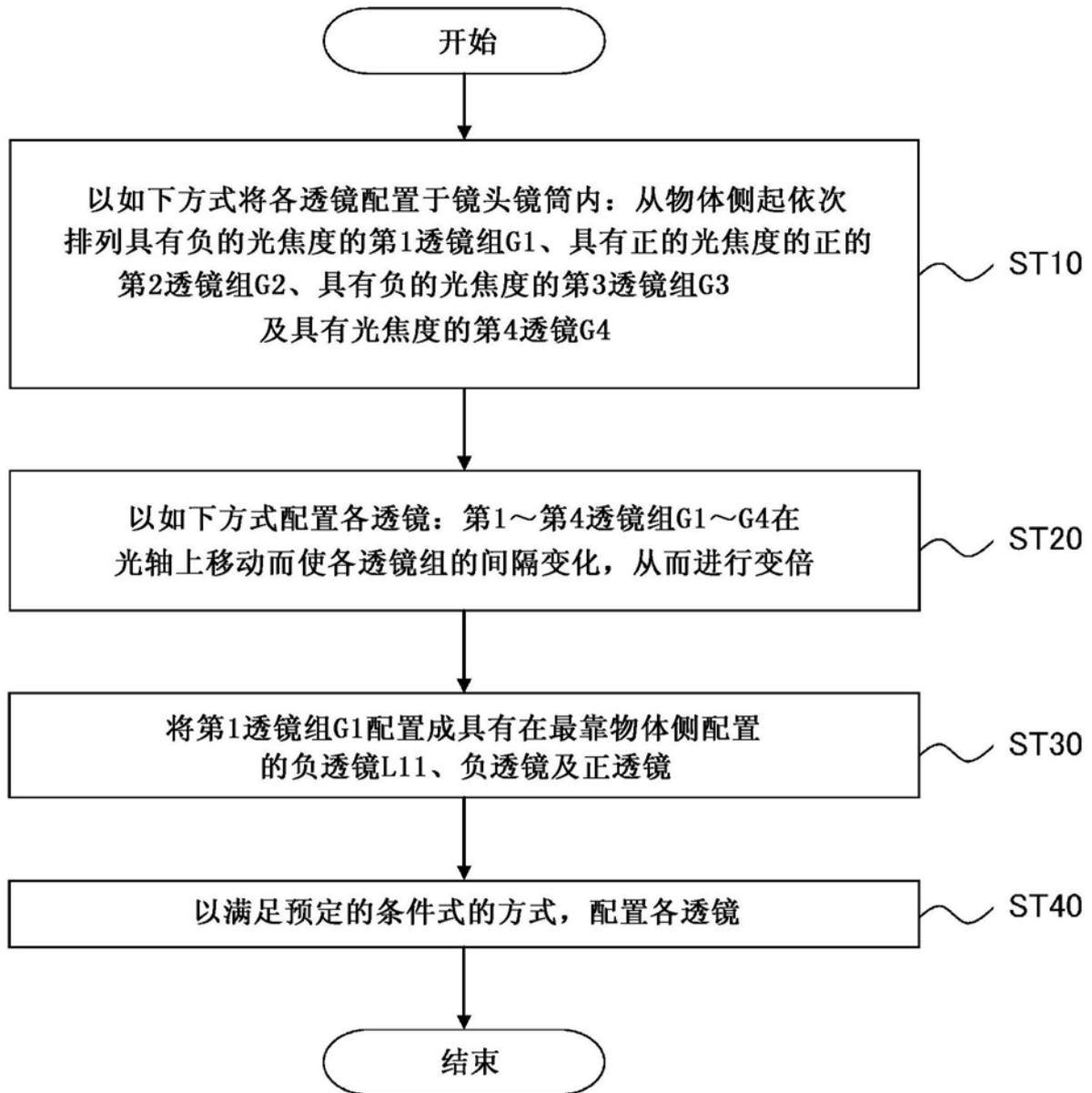


图17