



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108490593 B

(45) 授权公告日 2020.10.27

(21) 申请号 201810300426.7

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限

(22) 申请日 2015.12.17

公司 11293

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 迟军 李艳丽

申请公布号 CN 108490593 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2018.09.04

G02B 15/177 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 27/64 (2006.01)

2014-258167 2014.12.22 JP

审查员 罗文全

(62) 分案原申请数据

201510954678.8 2015.12.17

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2

(72) 发明人 井上卓

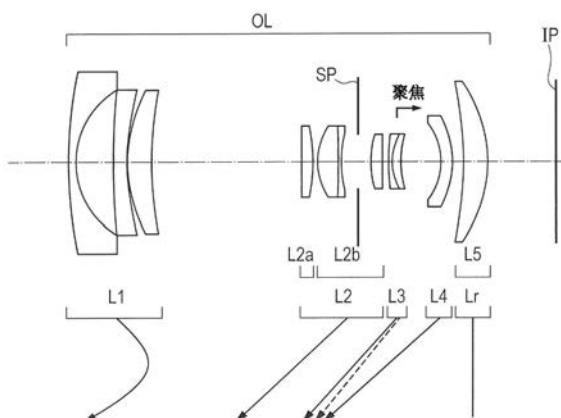
权利要求书2页 说明书41页 附图17页

(54) 发明名称

变焦镜头及包括该变焦镜头的摄像装置

(57) 摘要

本发明提供一种变焦镜头及包括该变焦镜头的摄像装置。该变焦镜头从物体侧到像侧依次包括：具有负、正、负及负折光力的第一透镜单元至第四透镜单元；以及后透镜组。在该变焦镜头中，在变焦期间，使各对相邻透镜单元之间的间隔改变，该后透镜组在整个变焦范围内具有正折光力，该第三透镜单元被构造为在聚焦期间在光轴方向上移动，并且适当地设置该变焦镜头在广角端的焦距(f_w)、该第三透镜单元的焦距(f_3)、该第四透镜单元的焦距(f_4)以及在从广角端到远摄端的变焦期间该第四透镜单元的移动量(m_4)中的各个。



1. 一种变焦镜头,所述变焦镜头从物体侧到像侧依次包括:
第一透镜单元,其具有负折光力;
第二透镜单元,其具有正折光力;
第三透镜单元,其具有负折光力;
第四透镜单元,其具有负折光力;以及
后透镜组,其包括至少一个透镜单元,
其中,在变焦期间,使各对相邻透镜单元之间的间隔改变,
其中,在从广角端到远摄端的变焦期间,所述第一透镜单元被构造为朝像侧移动,然后朝物体侧移动,
其中,所述后透镜组在整个变焦范围内具有正折光力,
其中,所述第三透镜单元被构造为,在聚焦期间在光轴方向上移动,并且
其中,满足以下条件式:
 $1.20 < f_4/f_3 < 11.50$;并且
 $-1.80 < m_4/fw < -1.25$,
其中, fw 表示所述变焦镜头在广角端的焦距, f_3 表示所述第三透镜单元的焦距, f_4 表示所述第四透镜单元的焦距,并且 m_4 表示在从广角端到远摄端的变焦期间所述第四透镜单元的移动量。
2. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,满足以下条件式:
 $-1.60 < m_3/fw < -1.00$,
其中, m_3 表示在从广角端到远摄端的变焦期间所述第三透镜单元的移动量。
3. 根据权利要求1所述的变焦镜头,所述变焦镜头在所述第二透镜单元中还包括孔径光阑,所述孔径光阑被构造为在变焦期间与所述第二透镜单元一体地移动,
其中,满足以下条件式:
 $0.07 < dp_3/fw < 0.45$,
其中, dp_3 表示当在广角端聚焦于无限远物体时,从所述孔径光阑到所述第三透镜单元的最接近物体侧的透镜面的在光轴上的距离。
4. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,满足以下条件式:
 $0.03 < TD_3/fw < 0.14$,
其中, TD_3 表示所述第三透镜单元在光轴上的厚度。
5. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,满足以下条件式:
 $-0.80 < (R_{3i} - R_{3o}) / (R_{3i} + R_{3o}) < -0.30$,
其中, R_{3o} 和 R_{3i} 分别表示所述第三透镜单元的最接近物体侧的透镜面的曲率半径和所述第三透镜单元的最接近像侧的透镜面的曲率半径。
6. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,满足以下条件式:
 $1.30 < |f_1/fw| < 1.83$,
其中, f_1 表示所述第一透镜单元的焦距。
7. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,满足以下条件式:
 $0.70 < f_2/fw < 1.28$,
其中, f_2 表示所述第二透镜单元的焦距。

8. 根据权利要求1所述的变焦镜头，
其中，所述第二透镜单元由具有正折光力的第一透镜子单元和具有正折光力的第二透镜子单元构成，并且
其中，在像模糊校正期间，所述第一透镜子单元被构造为在具有与光轴垂直的方向的分量的方向上移动。
9. 根据权利要求8所述的变焦镜头，其中，所述第一透镜子单元由一个透镜元件构成。
10. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其中，所述第三透镜单元由一个透镜元件构成。
11. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其中，所述第四透镜单元由一个透镜元件构成。
12. 根据权利要求1所述的变焦镜头，
其中，所述后透镜组由具有正折光力的第五透镜单元构成，并且
其中，所述第五透镜单元由一个透镜元件构成。
13. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其中，所述后透镜组由具有正折光力的第五透镜单元和具有正折光力的第六透镜单元构成。
14. 一种摄像装置，所述摄像装置包括：
根据权利要求1所述的变焦镜头；以及
摄像元件，其被构造为接收由所述变焦镜头形成的像的光。

变焦镜头及包括该变焦镜头的摄像装置

[0001] 本申请是申请日为2015年12月17日、申请号为201510954678.8、发明名称为“变焦镜头及包括该变焦镜头的摄像装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种变焦镜头及包括该变焦镜头的摄像装置,该变焦镜头和该摄像装置适合于用于摄像装置(例如数字照相机、视频摄像机、电视摄像机、监控摄像机或卤化银胶片照相机)的摄像光学系统。

背景技术

[0003] 作为用于摄像装置(照相机)的摄像光学系统,需要具有广视角、高分辨力和小尺寸的变焦镜头。另外,要求变焦镜头能够高速且高精度地执行自聚焦(自动聚焦)。作为在拍摄静止图像时使用的自聚焦系统,经常使用相位差系统。同时,近年来的单镜头反光照相机被要求具有运动图像拍摄功能,并能够在拍摄运动图像的同时进行自聚焦。

[0004] 作为在拍摄运动图像时使用的自聚焦系统,需要如下的系统,在该系统中,在驱动聚焦透镜单元时生成的驱动声音是小的,并且该系统能够高速执行聚焦。作为满足这些要求的自聚焦系统,已知如下的高频检测系统(TV-AF系统),在该高频检测系统中,检测摄像信号的高频分量,以评价摄像光学系统的对焦状态。

[0005] 在使用TV-AF系统的摄像装置中,使聚焦透镜单元在光轴上高速地振动(以下称为“摆动”(wobbling)),以检测从对焦状态的偏移的方向。然后,在摆动之后,根据图像传感器的输出信号,检测图像区域中的特定频带中的信号分量,以计算聚焦透镜单元将要获得对焦状态的、在光轴方向上的最佳位置。之后,将聚焦透镜单元移动到最优位置,从而完成聚焦。

[0006] 在拍摄运动图像时,聚焦透镜单元需要被高速地且尽可能安静地驱动,使得尤其是电动机的驱动声音不会被记录。因此,强烈要求聚焦透镜单元尺寸小且重量轻。迄今为止,对于作为整个系统而具有广视角和小尺寸的变焦镜头,已知如下的负导型(negative lead type)变焦镜头,在该负导型变焦镜头中,具有负折光力的透镜单元被布置为最接近物体侧。作为负导型变焦镜头,已知如下的变焦镜头,在该变焦镜头中,使用小尺寸和轻重量的透镜单元来进行聚焦。

[0007] 在日本特开2012-173298号公报中,公开了如下的变焦镜头,该变焦镜头从物体侧到像侧依次包括具有负、正、负及正折光力的第一透镜单元至第四透镜单元,在该变焦镜头中,使各对相邻透镜单元间的间隔改变以进行变焦,并且在该变焦镜头中,使用第三透镜单元来进行聚焦。在日本特开2012-27283号公报中,描述了如下的变焦镜头,该变焦镜头从物体侧到像侧依次包括具有负、正、负、负及正折光力的第一透镜单元至第五透镜单元,在该变焦镜头中,使各对相邻透镜单元间的间隔改变以进行变焦,并且在该变焦镜头中,使用第一透镜单元或第四透镜单元来进行聚焦。

[0008] 强烈要求用于摄像装置的变焦镜头具有广视角、作为变焦镜头的整个系统而具有

小尺寸、包括小尺寸和轻重量的聚焦透镜单元、能够高速进行聚焦、在聚焦期间像差变动小等。为了使聚焦透镜单元尺寸小且重量轻,需要减少聚焦透镜单元的构成透镜的数量。然而,当减小聚焦透镜单元的构成透镜的数量时,聚焦透镜单元中的残余像差增大。因此,聚焦期间的像差变动增大,因此,变得难以在从远距离到近距离的整个物距上,获得良好的光学性能。

[0009] 同时,当降低聚焦透镜单元的能力以减小聚焦期间的像差变动时,聚焦期间的移动量增大,并且变焦镜头的总长度增大。为了获得如下的变焦镜头,该变焦镜头作为整个系统而具有小尺寸、具有广视角、能够以高速进行聚焦并且在聚焦期间像差变动小,适当地设置透镜单元的数量、各透镜单元的折光力,以及聚焦透镜单元的选择、透镜结构,是很重要的。

[0010] 特别地,在负导型变焦镜头中,选择构成变焦镜头的多个透镜单元中的何者作为聚焦透镜单元,是很重要的。另外,适当地设置聚焦透镜单元的折光力、聚焦透镜单元在变焦期间的移动量等,也是很重要的。当这些要素未被适当地设置时,变得难以获得如下变焦镜头,该变焦镜头作为整个系统而具有小尺寸、具有宽视角并且在整个物距上具有高的光学性能。

发明内容

[0011] 根据本发明的一个实施例,提供了一种变焦镜头,该变焦镜头从物体侧到像侧依次包括:第一透镜单元,其具有负折光力;第二透镜单元,其具有正折光力;第三透镜单元,其具有负折光力;第四透镜单元,其具有负折光力;以及后透镜组,其包括至少一个透镜单元,其中,使各对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,其中,该后透镜组在整个变焦范围内具有正折光力,其中,该第三透镜单元被构造为,在聚焦期间在光轴方向上移动,并且其中,满足以下条件式:

[0012] $0.85 < |f_3/f_w| < 3.15$,

[0013] 其中, f_w 表示该变焦镜头在广角端的焦距,并且 f_3 表示该第三透镜单元的焦距。

[0014] 此外,根据本发明的另一实施例,提供了一种变焦镜头,该变焦镜头从物体侧到像侧依次包括:第一透镜单元,其具有负折光力;第二透镜单元,其具有正折光力;第三透镜单元,其具有负折光力;第四透镜单元,其具有负折光力;以及后透镜组,其包括至少一个透镜单元,其中,使各对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,其中,该后透镜组在整个变焦范围内具有正折光力,其中,该第三透镜单元被构造为,在聚焦期间在光轴方向上移动,并且其中,满足以下条件式:

[0015] $1.20 < f_4/f_3 < 11.50$; 并且

[0016] $-1.80 < m_4/f_w < -1.25$,

[0017] 其中, f_w 表示该变焦镜头在广角端的焦距, f_3 表示该第三透镜单元的焦距, f_4 表示该第四透镜单元的焦距, m_4 表示在从广角端到远摄端的变焦期间该第四透镜单元的移动量。

[0018] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清楚。

附图说明

- [0019] 图1是本发明的第一实施例的透镜横截面图。
- [0020] 图2A是第一实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0021] 图2B是第一实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0022] 图3是本发明的第二实施例的透镜横截面图。
- [0023] 图4A是第二实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0024] 图4B是第二实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0025] 图5是本发明的第三实施例的透镜横截面图。
- [0026] 图6A是第三实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0027] 图6B是第三实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0028] 图7是本发明的第四实施例的透镜横截面图。
- [0029] 图8A是第四实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0030] 图8B是第四实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0031] 图9是本发明的第五实施例的透镜横截面图。
- [0032] 图10A是第五实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0033] 图10B是第五实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0034] 图11是本发明的第六实施例的透镜横截面图。
- [0035] 图12A是第六实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0036] 图12B是第六实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0037] 图13是本发明的第七实施例的透镜横截面图。
- [0038] 图14A是第七实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0039] 图14B是第七实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0040] 图15是本发明的第八实施例的透镜横截面图。
- [0041] 图16A是第八实施例的在广角端聚焦于无限远时的像差图。
- [0042] 图16B是第八实施例的在远摄端聚焦于无限远时的像差图。
- [0043] 图17是摄像装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0044] 现在,参照附图来详细描述本发明的示例性实施例。本发明的变焦镜头从物体侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、具有负折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元、以及包括至少一个透镜单元的后透镜组。使各对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。后透镜组在整个变焦范围内具有正折光力。第三透镜单元被构造为在聚焦期间在光轴方向上移动。

[0045] 图1是本发明的第一实施例在广角端的透镜横截面图。图2A和图2B分别是第一实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第一实施例涉及具有变焦比2.83和F数3.55至6.44的变焦镜头。图3是本发明的第二实施例在广角端的透镜横截面图。图4A和图4B分别是第二实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第二实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.60至6.44的变焦镜头。

[0046] 图5是本发明的第三实施例在广角端的透镜横截面图。图6A和图6B分别是第三实

施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第三实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.61至6.44的变焦镜头。图7是本发明的第四实施例在广角端的透镜横截面图。图8A和图8B分别是第四实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第四实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.60至6.44的变焦镜头。

[0047] 图9是本发明的第五实施例在广角端的透镜横截面图。图10A和图10B分别是第五实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第五实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.58至6.44的变焦镜头。图11是本发明的第六实施例在广角端的透镜横截面图。图12A和图12B分别是第六实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第六实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.49至5.80的变焦镜头。

[0048] 图13是本发明的第七实施例在广角端的透镜横截面图。图14A和图14B分别是第七实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第七实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.65至5.80的变焦镜头。图15是本发明的第八实施例在广角端的透镜横截面图。图16A和图16B分别是第八实施例的在广角端和远摄端聚焦于无限远时的像差图。第八实施例涉及具有变焦比2.88和F数3.58至6.44的变焦镜头。图17是根据本发明的摄像装置的主要部分的示意图。

[0049] 各实施例的变焦镜头是用于诸如视频摄像机、数字照相机或卤化银胶片照相机等的摄像装置的摄像光学系统。在透镜横截面图中,左侧是物体侧(前方),并且右侧是像侧(后方)。另外,各实施例的变焦镜头可以用于投影仪。在这种情况下,左边是屏幕侧,并且右边是被投影图像侧。在各透镜横截面图中例示了变焦镜头OL。符号i表示从物体侧起的透镜单元的顺序,并且符号Li表示第i个透镜单元。

[0050] 后透镜组Lr包括至少一个透镜单元。孔径光阑SP用于调整光量。具有恒定孔径的光斑遮挡光阑(f1are-cut stop) (FS光阑) FS被布置为最接近透镜系统的像侧。当变焦镜头被用作视频摄像机或数字静态照相机的摄像光学系统时,像面IP对应于诸如CCD传感器或CMOS传感器等的固态摄像元件(光电转换元件)的摄像面,并且在卤化银胶片照相机的情况下,像面IP对应于胶片面。

[0051] 在透镜横截面图中,实线箭头表示当聚焦于无限远时的、在从广角端到远摄端的变焦期间的各透镜单元的移动轨迹。虚线箭头表示当聚焦于无限远时的、在从广角端到远摄端的变焦期间的第三透镜单元L3的移动轨迹。与聚焦相关的箭头表示在从无限远到近距离的聚焦期间的第三透镜单元L3的移动方向。第一透镜子单元L2a形成第二透镜单元L2的一部分,并且被构造为在像模糊校正期间移动。第二透镜子单元L2b形成第二透镜单元L2的另一部分。

[0052] 图1中的第一实施例、图3中的第二实施例、图5中的第三实施例、图9中的第五实施例、图11中的第六实施例、图13中的第七实施例和图15中的第八实施例的各个中的变焦镜头OL从物体侧到像侧,依次包括具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具有负折光力的第四透镜单元L4,以及后透镜组Lr。

[0053] 在第一、第二、第五及第八实施例中的各个中,在从广角端到远摄端的变焦期间,第一透镜单元L1被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3及第四透镜单元L4被构造为沿互不相同的轨迹向物体侧移动。第五透镜单元L5被构

造为不移动。第三透镜单元L3充当被构造为在从无限远到近距离的聚焦期间沿光轴向像侧移动的聚焦透镜单元。

[0054] 在第三实施例中,在从广角端到远摄端的变焦期间,第一透镜单元L1被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3及第四透镜单元L4被构造为沿互不相同的轨迹向物体侧移动。第五透镜单元L5被构造为向物体侧移动,然后向像侧移动。第三透镜单元L3充当被构造为在从无限远到近距离的聚焦期间沿光轴向像侧移动的聚焦透镜单元。

[0055] 在第六及第七实施例的各个中,在从广角端到远摄端的变焦期间,第一透镜单元L1被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3及第四透镜单元L4被构造为沿互不相同的轨迹向物体侧移动。第五透镜单元L5被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动。第三透镜单元L3充当被构造为在从无限远到近距离的聚焦期间沿光轴向像侧移动的聚焦透镜单元。

[0056] 图7中的第四实施例的变焦镜头OL从物体侧到像侧依次包括具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具有负折光力的第四透镜单元L4、以及后透镜组Lr。

[0057] 后透镜组Lr由具有正折光力的第五透镜单元L5和具有正折光力的第六透镜单元L6构成。在从广角端到远摄端的变焦期间,第一透镜单元L1被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动,并且第二透镜单元L2至第四透镜单元L4被构造为沿互不相同的轨迹向物体侧移动。第五透镜单元L5被构造为向物体侧移动,然后向像侧移动。第六透镜单元L6被构造为不移动。第三透镜单元L3充当被构造为在从无限远到近距离的聚焦期间沿光轴向像侧移动的聚焦透镜单元。

[0058] 在各实施例中,孔径光阑SP被构造为在变焦期间与第二透镜单元L2一体地移动。在像差图之中,在球面像差图中,符号d和符号g分别表示d线和g线。符号S.C表示正弦条件。在像散图中,符号M和符号S分别表示d线上的子午像面和弧矢像面。另外,在用于例示失真的图中,例示了d线上的失真。例示了g线上的横向色像差。符号Fno表示f数,符号 ω 表示半视角。请注意,在下述的各实施例中,广角端和远摄端分别指当变倍透镜单元位于光轴上的机械可移动范围的两端时的变焦位置。

[0059] 接下来,描述本发明的各实施例中的变焦镜头的特征。在具有负折光力的透镜单元被布置为最接近物体侧的变焦镜头中,为了使聚焦透镜单元小型化,不优选使用由具有大的透镜直径的多个透镜构成的第一透镜单元来作为聚焦透镜单元。作为聚焦透镜单元,更优选地,选择如下的透镜单元,该透镜单元具有相对小的透镜直径,被布置在第一透镜单元的像侧,并且尺寸小且重量轻。

[0060] 此外,为了减轻聚焦透镜单元的重量,希望聚焦透镜单元由一个透镜元件(lens element)构成。在此所用的术语“透镜元件”是指一体地形成的透镜,例如单透镜、通过接合多个透镜而形成的接合透镜,或者通过在球面透镜的面上层压树脂层而形成的复制非球面透镜。在聚焦透镜单元由少量透镜构成的情况下,为了抑制伴随聚焦的像差变动,需要减小聚焦透镜单元的折光力(焦距的倒数)。

[0061] 然而,当减小聚焦透镜单元的折光力时,在从无限远物点到近距离物点的聚焦期间,聚焦透镜单元的移动量增大,并且变焦镜头的整个系统尺寸增大。为了在减小聚焦透镜

单元的尺寸和重量、并且使变焦镜头的整个系统小型化的同时,获得高的光学性能,构造透镜系统使得伴随聚焦的像差变动变为相对小,是很重要的。特别地,适当地设置聚焦透镜单元的折光力和透镜结构,是很重要的。

[0062] 各实施例中的变焦镜头从物体侧到像侧依次包括具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具有负折光力的第四透镜单元L4、以及包括至少一个透镜单元的后透镜组Lr。然后,使各对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。第三透镜单元L3由一个透镜元件构成,第三透镜单元L3被构造为在聚焦期间在光轴方向上移动。

[0063] 此外,为了缩短在广角端的变焦镜头的总长度(从第一个透镜面到像面的距离),可以在像侧布置具有负折光力的透镜单元。在各实施例中,在第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间,适当地分配透镜单元的折光力,以减小聚焦期间的像差变动,同时缩短变焦镜头的总长度。

[0064] 在根据本发明的变焦镜头中,满足以下条件式:

$$0.85 < |f_3/fw| < 3.15 \cdots \cdots (1)$$

[0066] 其中, fw表示变焦镜头在广角端的焦距,并且f3表示第三透镜单元L3的焦距。

[0067] 此外,在根据本发明的变焦镜头中,满足以下条件式:

$$1.20 < f_4/f_3 < 11.50 \cdots \cdots (3); \text{并且}$$

$$-1.80 < m_4/fw < -1.25 \cdots \cdots (4),$$

[0070] 其中, f4表示第四透镜单元L4的焦距, m4表示在从广角端到远摄端的变焦期间第四透镜单元L4的移动量。

[0071] 在此所用的术语“在从广角端到远摄端的变焦期间透镜单元的移动距离”是指如下两个位置之差,其中一个位置是在广角端的透镜单元在光轴上的位置,另一位置是在远摄端的透镜单元在光轴上的位置。当与在广角端相比、在远摄端透镜单元更接近物体侧时,移动距离的符号是正的,并且当与在广角端相比、在远摄端透镜单元更接近像侧时,移动距离的符号是负的。

[0072] 接下来,描述上述各条件式的技术含义。条件式(1)旨在适当地设置第三透镜单元L3的负折光力,从而使变焦镜头小型化,同时获得高的光学性能。

[0073] 当绝对值低于条件式(1)的下限值时,第三透镜单元L3的负折光力变得过强,即,负折光力的绝对值变得过大,并且在聚焦期间光学性能的变动增大。当绝对值超过条件式(1)的上限值时,第三透镜单元L3的负折光力变得过弱,即,负折光力的绝对值变得过小,并且在从无限远物点到近距离物点的聚焦期间第三透镜单元L3的移动量变大。结果,聚焦速度变低,另外,变焦镜头的整个系统尺寸增大。此外,更优选地,将条件式(1)的数值范围设置如下:

$$1.10 < |f_3/fw| < 2.45 \cdots \cdots (1a)。$$

[0075] 条件式(3)旨在适当地设置在第三透镜单元L3方面的负折光力和在第四透镜单元L4方面的负折光力的分配,从而使变焦镜头小型化,同时获得高的光学性能。

[0076] 当比例低于条件式(3)的下限值时,在第四透镜单元L4方面的负折光力的分配变得过大,结果,在从无限远物点到近距离物点的聚焦期间的第三透镜单元L3的移动量变大,并且聚焦速度降低,这是不利的。另外,变焦镜头的整个系统的尺寸不利地增大。当比例超

过条件式(3)的上限值时,第三透镜单元L3的负折光力的分配变得过大,结果,在聚焦期间的光学性能的变动增大,并且变得难以抑制变动。

[0077] 条件式(4)旨在适当地设置第四透镜单元L4在变焦期间的移动量,从而使变焦镜头小型化,同时获得高的光学性能。当比例低于条件式(4)的下限值时,第四透镜单元L4在变焦期间的移动量变得过大,并且变得难以确保第三透镜单元L3在进行聚焦时的移动量。另外,变焦镜头的整个系统的尺寸不适宜地增大。当比例超过条件式(4)的上限值时,在变焦期间的诸如像场弯曲等的轴外像差的变动增大,并且变得难以校正轴外像差。

[0078] 此外,更优选将条件式(3)及(4)的数值范围设置如下:

[0079] $1.30 < f_4/f_3 < 8.00 \cdots \cdots \text{(3a)}$; 并且

[0080] $-1.65 < m_4/fw < -1.35 \cdots \cdots \text{(4a)}$ 。

[0081] 在根据本发明的变焦镜头中,为了进一步使变焦镜头小型化,并且在整个变焦范围内获得高的光学性能,希望满足以下条件中的至少一者:

[0082] $-1.60 < m_3/fw < -1.00 \cdots \cdots \text{(2)}$

[0083] $0.07 < dp_3/fw < 0.45 \cdots \cdots \text{(5)}$

[0084] $0.03 < TD_3/fw < 0.14 \cdots \cdots \text{(6)}$

[0085] $-0.80 < (R_{3i} - R_{3o}) / (R_{3i} + R_{3o}) < -0.30 \cdots \cdots \text{(7)}$

[0086] $1.30 < |f_1/fw| < 1.83 \cdots \cdots \text{(8)}$

[0087] $0.70 < f_2/fw < 1.28 \cdots \cdots \text{(9)}$

[0088] 其中,dp3表示当聚焦于无限远物体时的、在广角端从孔径光阑SP到第三透镜单元L3的最接近物体侧的透镜面的在光轴上的距离,所述孔径光阑SP被包括在第二透镜单元L2中,并被构造为在变焦期间与第二透镜单元一体地移动,f1表示第一透镜单元L1的焦距,f2表示第二透镜单元L2的焦距,TD3表示第三透镜单元L3在光轴上的厚度(从最接近物体侧的透镜面到最接近像侧的透镜面的长度),m3表示在从广角端到远摄端的变焦期间第三透镜单元L3的移动量,并且R3o和R3i分别表示第三透镜单元L3的最接近物体侧的透镜面和第三透镜单元L3的最接近像侧的透镜面的曲率半径。

[0089] 接下来,描述上述各条件式的技术含义。当比例低于条件式(2)的下限值时,第三透镜单元L3在变焦期间的移动量变得过大,并且变焦镜头的整个系统尺寸增大。当比例超过条件式(2)的上限值时,与第二透镜单元L2一体地移动的孔径光阑SP与第三透镜单元L3之间的、在光轴上的距离变得过长,并且第三透镜单元L3的有效直径增大。因此,变得难以减轻第三透镜单元L3的重量。

[0090] 条件式(5)涉及从孔径光阑SP到第三透镜单元L3的最接近物体侧的透镜面的在光轴上的距离。当比例低于条件式(5)的下限值时,孔径光阑SP和第三透镜单元L3彼此过于接近,因此变得难以布置用于聚焦的驱动机构等。当比例超过条件式(5)的上限值时,孔径光阑SP与第三透镜单元L3之间的在光轴上的距离变得过长,并且第三透镜单元L3的有效直径增大。因此,变得难以减轻重量。

[0091] 条件式(6)涉及第三透镜单元L3在光轴上的厚度(透镜单元厚度)。当比例低于条件式(6)的下限值时,第三透镜单元L3的厚度变得过小,因此变得难以加工透镜。当比例超过条件式(6)的上限值时,第三透镜单元L3的厚度变得过大,因而变得难以减轻重量。

[0092] 条件式(7)涉及第三透镜单元L3在物体侧的透镜面和第三透镜单元L3在像侧的透

镜面的形状。当比例低于或超过条件式(7)的下限值或上限值时,伴随聚焦的各种像差的变动变大,并且变得难以抑制各种像差的变动。

[0093] 条件式(8)涉及第一透镜单元L1的负折光力,并且旨在获得高的光学性能,同时使变焦镜头小型化。当绝对值低于条件式(8)的下限值时,第一透镜单元L1的负折光力变得过强,并且变得难以满意地校正各种像差,特别是轴外像差。当绝对值超过条件式(8)的上限值时,第一透镜单元L1的负折光力变得过弱,并且变焦镜头的整个系统尺寸增大。

[0094] 条件式(9)涉及第二透镜单元L2的正折光力,并且旨在获得高的光学性能,同时使变焦镜头小型化。当比例低于条件式(9)的下限值时,第二透镜单元L2的正折光力变得过强,并且变得难以满意地校正各种像差,特别是轴向像差。当比例超过条件式(9)的上限值时,第二透镜单元L2的正折光力变得过弱,并且用于变倍的第二透镜单元L2的移动量增大。因此,变焦镜头的整个系统尺寸增大。更优选将条件式(2)及(5)至(9)的数值范围设置如下:

$$[0095] -1.55 < m_3/fw < -1.10 \cdots \cdots (2a)$$

$$[0096] 0.075 < d_{p3}/fw < 0.410 \cdots \cdots (5a)$$

$$[0097] 0.035 < TD_3/fw < 0.130 \cdots \cdots (6a)$$

$$[0098] -0.68 < (R_{3i} - R_{3o}) / (R_{3i} + R_{3o}) < -0.31 \cdots \cdots (7a)$$

$$[0099] 1.40 < |f_1/fw| < 1.75 \cdots \cdots (8a)$$

$$[0100] 0.85 < f_2/fw < 1.10 \cdots \cdots (9a) .$$

[0101] 在各实施例中,第二透镜单元L2由具有正折光力的第一透镜子单元和具有正折光力的第二透镜子单元构成,并且优选地,第一透镜子单元被构造为在像模糊校正期间移动,以具有与光轴垂直的方向的分量。此外,优选地,第一透镜子单元由一个透镜元件构成。由此,变得易于快速地进行像模糊校正,并且在像模糊校正之后维持良好的光学性能。优选地,第四透镜单元L4具有至少一个非球面。由此,变得易于在整个变焦范围内获得高的光学性能。

[0102] 在各实施例的变焦镜头中,在从广角端到远摄端的变焦期间,第一透镜单元L1被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动。在从广角端到远摄端的变焦期间,第一透镜单元L1被构造为向像侧移动,然后向物体侧移动,这有助于容易地减小变焦镜头的总长度。

[0103] 在各实施例的变焦镜头中,第三透镜单元L3由一个透镜元件构成。由此,变得易于减轻充当聚焦透镜单元的第三透镜单元L3的重量。在各实施例的变焦镜头中,第四透镜单元L4由一个透镜元件构成。由此,变得易于使变焦镜头的整个系统小型化。此外,第四透镜单元L4具有至少一个非球面。在如下的第四透镜单元L4上形成非球面,所述第四透镜单元L4相对靠近孔径光阑SP,并且在所述第四透镜单元L4中,轴外光线易于在广角端和远摄端分离,结果,针对具有相对小的直径的透镜来有效地使用非球面,从而满意地校正各种像差。

[0104] 在各实施例的变焦镜头中,后透镜组Lr由具有正折光力的第五透镜单元L5构成,第五透镜单元L5由一个透镜元件构成。利用场透镜效应减小了轴外光线在像面上的入射角度,从而获得良好的光学性能,而不会增大变焦镜头的整个系统的尺寸。此外,后透镜组Lr由具有正折光力的第五透镜单元和以及具有正折光力的第六透镜单元构成,利用场透镜效应减小了轴外光线在像面上的入射角度,从而获得良好的光学性能,而不会增大变焦镜头

的整个系统的尺寸。

[0105] 接下来,参照图17描述根据本发明的实施例的数字静态照相机,该数字静态照相机使用各实施例中描述的变焦镜头作为摄像光学系统。

[0106] 在图17中,例示了照相机主体20、以及由在第一至第八实施例的任一个中描述的变焦镜头构成的摄像光学系统21。诸如CCD传感器或CMOS传感器等的固态摄像元件(光电转换元件)22被包括在照相机主体中,以接收由摄像光学系统21形成的被摄体像的光。存储器23记录与由固态摄像元件22进行了光电转换的被摄体像相对应的信息。取景器24由液晶显示板等构成,以观察在固态摄像元件22上形成的被摄体像。

[0107] 根据本发明的变焦镜头可以被应用于诸如上述数字静态照相机等的摄像装置,以实现具有小尺寸和高光学性能的摄像装置。各实施例中的变焦镜头可以类似地应用于具有快速复原反光镜的单镜头反光照相机,或者不具有快速复原反光镜的无反光镜单镜头反光照相机。

[0108] 以下示出与第一至第八实施例相对应的第一至第八数值实施例。在第一至第八数值实施例中的各个中,符号*i*表示从物体侧起的面的顺序。在第一至第八数值实施例中的各个中,符号*ri*表示从物体侧算起的第*i*透镜面的曲率半径,符号*di*表示从物体侧算起的第*i*面与第(*i*+1)面之间的透镜厚度或空气间隔,符号*ndi*和*vdi*分别表示从物体侧算起的第*i*面与第(*i*+1)面之间的材料的折射率和阿贝(Abbe)数。符号BF表示后焦距。当X轴被设置在光轴方向上、H轴被设置在与光轴垂直的方向上、光的行进方向被定义为正、近轴曲率半径由*R*表示并且非球面系数由*K*、*A2*、*A4*、*A6*、*A8*、*A10*及*A12*表示时,非球面形状由下面的等式给出:

$$[0109] X = \frac{(1/R)}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A2 \cdot H^2 + A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12}$$

[0110] 在各非球面系数中,“e-x”是指“ 10^{-x} ”。除了诸如焦距及*f*数等的规格之外,变焦镜头的半视角及像高是确定半视角的最大像高,并且变焦镜头的总长度是从第一个透镜面到像面的距离。后焦距BF表示从最后透镜面到像面的长度。此外,关于各透镜单元的数据表示各透镜单元、由2a表示的第一透镜子单元和由2b表示的第二透镜子单元的焦距。

[0111] 此外,使各光学面的间隔(可变)的部分在变焦期间改变,并且与焦距相对应的面间隔在附表中被示出。请注意,在表1中,示出了基于以下描述的第一至第八数值实施例中的透镜数据的、各条件式的计算结果。

[0112] [第一数值实施例]

[0113] 单位mm

[0114] 面数据

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	74.240	1.10	1.77250	49.6	28.00
2	13.575	5.43			22.11
3*	90.868	2.11	1.52996	55.8	22.09
4*	28.303	0.20			21.76
5	25.310	3.76	1.84666	23.9	21.69
6	56.582	(变量)			20.66
7	806.621	1.76	1.48749	70.2	10.17
8	-29.802	0.80			10.31
9	10.514	3.32	1.60311	60.6	10.30
10	-147.363	0.50	1.90366	31.3	9.53
[0115]	11	23.292	2.69		9.18
	12 (光阑)	∞	2.02		8.73
	13*	14.472	1.88	1.58313	59.4
	14	354.388	(变量)		7.95
	15	41.527	0.62	1.70000	48.1
	16	8.797	1.29	1.53775	74.7
	17	13.459	(变量)		8.20
	18*	-11.998	1.86	1.52996	55.8
	19*	-16.160	(变量)		13.52
	20	-58.903	3.84	1.58913	61.1
	21	-22.779	11.05		24.57
	像面	∞			
[0116]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-3.78582e-005$	$A6=5.37905e-007$
$A8=-5.04609e-009$	$A10=2.55009e-011$	$A12=-5.86232e-014$

第四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-6.09920e-005$	$A6=4.97325e-007$
$A8=-6.17039e-009$	$A10=3.51824e-011$	$A12=-1.05215e-013$

第十三面

[0117] $K=0.00000e+000$ $A4=-1.05211e-004$ $A6=-7.51239e-007$
 $A8=-1.59107e-008$

第十八面

$K=0.00000e+000$	$A4=-4.49801e-004$	$A6=9.96347e-006$
$A8=-3.67378e-007$	$A10=4.59367e-009$	$A12=3.77288e-011$

第十九面

$K=0.00000e+000$	$A4=-2.25814e-004$	$A6=5.01006e-006$
$A8=-9.37488e-008$	$A10=1.00770e-009$	$A12=4.04325e-012$

[0118] 各种数据

变焦比	2.83	广角	中间	远摄
焦距	15.45	27.69	43.66	
F 数	3.55	4.74	6.44	
半视角 (度)	41.48	26.26	17.37	
像高	13.66	13.66	13.66	
透镜总长度	78.11	70.79	76.44	
BF	11.05	11.05	11.05	
[0119]				
d6	24.71	8.18	1.12	
d14	1.00	2.45	3.36	
d17	6.45	4.99	4.09	
d19	1.73	10.94	23.65	
[0120]				
入射光瞳位置	16.53	13.55	11.61	
出射光瞳位置	-23.09	-44.69	-104.52	
前主点位置	24.99	27.49	38.78	
后主点位置	-4.40	-16.64	-32.61	
[0121]				
变焦镜头单元数据				
单元	起始面	焦距	透镜结构长	前主点位置
			度	后主点位置
1	1	-25.29	12.61	0.59
2a	7	59.00	1.76	1.14
2b	9	19.40	10.41	3.74
3	15	-24.25	1.90	1.33
4	18	-104.00	1.86	-4.14
5	20	60.66	3.84	3.79
[0122]				
单透镜数据				

透镜	起始面	焦距
1	1	-21.68
2	3	-78.49
3	5	51.26
4	7	59.00
[0123]	5	16.40
	6	-22.23
	7	25.82
	8	-16.07
	9	43.06
	10	-104.00
	11	60.66

[0124] [第二数值实施例]

[0125] 单位mm

[0126] 面数据

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	44.088	1.50	1.80400	46.6	26.82
2	12.024	7.25			20.50
3*	305.869	2.16	1.52996	55.8	20.34
4*	60.539	0.20			20.44
5	44.129	1.95	1.92286	20.9	20.08
6	124.704	(变量)			19.65
7	177.683	1.41	1.48749	70.2	10.32
8	-58.229	1.00			10.50
9	13.551	3.21	1.77250	49.6	10.86
10	-58.777	0.93	1.85478	24.8	10.32
[0127]	11	42.811	1.00		9.93
	12 (光阑)	∞	2.40		9.71
	13*	-42.450	1.59	1.58313	59.4
	14*	-16.814	(变量)		8.95
	15	40.260	0.70	2.00100	29.1
	16	17.774	(变量)		7.79
	17*	-21.539	1.30	1.58313	59.4
	18*	-46.946	(变量)		13.02
	19	-86.066	4.00	1.62041	60.3
	20	-26.339	0.20		25.50
	21	∞ (FS 光阑)	11.36		26.09
	像面	∞			
[0128]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-2.97429e-005$	$A6=-3.81377e-007$
$A8=8.19005e-009$	$A10=-4.63624e-011$	$A12=-2.32074e-014$

第四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-6.53077e-005$	$A6=-4.60881e-007$
$A8=1.00770e-008$	$A10=-8.77115e-011$	$A12=1.58853e-013$

第十三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-1.59675e-004$	$A6=1.60226e-006$
$A8=1.00496e-007$	$A10=-6.92626e-010$	

[0129]

第十四面

$K=0.00000e+000$	$A4=1.74475e-005$	$A6=2.77834e-006$
$A8=3.74502e-008$	$A10=4.48867e-010$	

第十七面

$K=0.00000e+000$	$A4=3.23554e-004$	$A6=2.71515e-006$
$A8=-5.02802e-007$	$A10=1.32229e-008$	$A12=-1.31432e-010$

第十八面

$K=0.00000e+000$	$A4=3.58547e-004$	$A6=1.02352e-006$
$A8=-2.88766e-007$	$A10=6.60305e-009$	$A12=-5.33924e-011$

[0130]

各种数据

变焦比	2.88					
	广角	中间	远摄			
	焦距	15.45	30.00	44.45		
	F 数	3.60	5.00	6.44		
	半视角 (度)	41.48	24.48	17.08		
	像高	13.66	13.66	13.66		
	透镜总长度	79.00	73.73	80.31		
[0131]	BF	11.36	11.36	11.36		
	d6	24.69	6.95	1.00		
	d14	1.50	2.88	3.64		
	d16	6.83	5.45	4.70		
	d18	3.81	16.28	28.81		
[0132]	入射光瞳位置	15.95	12.50	10.72		
	出射光瞳位置	-25.32	-60.92	-149.14		
	前主点位置	24.90	30.05	42.86		
	后主点位置	-4.09	-18.64	-33.09		
	变焦镜头单元数据					
[0133]	单元	起始面	焦距	透镜结构长	前主点位置	后主点位置
					度	
	1	1	-25.82	13.06	-0.07	-11.21
	2a	7	90.14	1.41	0.72	-0.23
	2b	9	18.91	9.13	2.15	-5.49
	3	15	-32.29	0.70	0.64	0.28
	4	17	-69.56	1.30	-0.71	-1.55
[0134]	5	19	59.64	4.00	3.47	1.06
	单透镜数据					

透镜	起始面	焦距
1	1	-21.00
2	3	-142.86
3	5	73.16
4	7	90.14
[0135]	5	14.54
6	10	-28.86
7	13	46.68
8	15	-32.29
9	17	-69.56
10	19	59.64
[0136]	[第三数值实施例]	
[0137]	单位mm	
[0138]	面数据	

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	40.660	1.50	1.83481	42.7	26.72
2	12.020	7.25			20.50
3*	356.245	2.24	1.52996	55.8	20.34
4*	62.303	0.20			20.44
5	39.436	1.96	1.92286	18.9	20.05
6	92.760	(变量)			19.60
7	239.354	1.45	1.48749	70.2	10.32
8	-46.805	1.00			10.50
9	12.924	3.21	1.80400	46.6	10.84
10	-74.515	0.93	1.85478	24.8	10.24
[0139]	11	25.021	1.13		9.74
	12 (光阑)	∞	2.27		9.58
	13*	69.188	1.73	1.58313	59.4
	14*	-27.187	(变量)		8.71
	15	80.475	0.70	1.90043	37.4
	16	16.603	(变量)		8.03
	17*	-41.245	1.30	1.58313	59.4
	18*	-79.989	(变量)		13.16
	19	-154.971	4.58	1.49700	81.5
	20	-25.142	(变量)		25.50
	21	∞ (FS 光阑)	10.91		26.15
	像面	∞			
[0140]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-2.18360e-005$	$A6=-3.67913e-007$
$A8=6.03358e-009$	$A10=-2.42983e-011$	$A12=-9.24215e-014$

第四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-5.40024e-005$	$A6=-5.34986e-007$
$A8=9.19977e-009$	$A10=-7.43160e-011$	$A12=1.14230e-013$

第十三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-1.03297e-004$	$A6=2.10649e-006$
$A8=6.16689e-008$	$A10=6.80570e-010$	

[0141]

第十四面

$K=0.00000e+000$	$A4=4.90187e-005$	$A6=4.36912e-006$
$A8=-1.96236e-008$	$A10=2.49630e-009$	

第十七面

$K=0.00000e+000$	$A4=1.70959e-004$	$A6=6.83812e-006$
$A8=-5.07245e-007$	$A10=1.27632e-008$	$A12=-1.25120e-010$

第十八面

$K=0.00000e+000$	$A4=2.09858e-004$	$A6=5.03379e-006$
$A8=-3.35040e-007$	$A10=7.23831e-009$	$A12=-6.01713e-011$

[0142]

各种数据

变焦比	2.88					
	广角	中间	远摄			
	焦距	15.45	30.00	44.45		
	F 数	3.61	4.94	6.44		
	半视角 (度)	41.48	24.48	17.08		
	像高	13.66	13.66	13.66		
	透镜总长度	79.00	72.45	80.02		
[0143]	BF	11.49	11.76	11.29		
	d6	24.71	6.35	1.00		
	d14	2.17	3.59	4.02		
	d16	5.77	4.35	3.92		
	d18	3.42	14.96	28.35		
	d20	0.58	0.85	0.38		
[0144]	入射光瞳位置	16.01	12.44	10.85		
	出射光瞳位置	-25.56	-56.38	-143.27		
	前主点位置	24.91	29.07	42.48		
	后主点位置	-4.54	-19.09	-33.54		
	变焦镜头单元数据					
[0145]	单元	起始面	焦距	透镜结构长	前主点位置	后主点位置
				度		
	1	1	-25.67	13.14	0.02	-11.11
	2a	7	80.44	1.45	0.82	-0.16
	2b	9	18.61	9.27	2.29	-5.46
	3	15	-23.35	0.70	0.47	0.10
	4	17	-147.86	1.30	-0.89	-1.72
[0146]	5	19	59.69	4.58	3.61	0.59
	单透镜数据					

透镜	起始面	焦距
1	1	-20.94
2	3	-142.86
3	5	73.05
4	7	80.44
[0147]	5	13.93
6	10	-21.82
7	13	33.69
8	15	-23.35
9	17	-147.86
10	19	59.69
[0148]	[第四数值实施例]	
[0149]	单位mm	
[0150]	面数据	

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	43.664	1.50	1.83481	42.7	28.00
2	12.627	7.62			21.53
3*	-365.132	2.20	1.52996	55.8	21.40
4*	95.712	0.20			21.52
5	34.383	2.29	1.92286	18.9	21.05
6	66.275	(变量)			20.44
7	218.891	1.45	1.48749	70.2	10.32
8	-47.062	1.00			10.50
9	12.284	3.21	1.80400	46.6	10.83
10	-178.970	0.93	1.85478	24.8	10.15
[0151]	11	20.858	1.75		9.61
	12 (光阑)	∞	1.65		9.33
	13*	50.981	1.75	1.58313	59.4
	14*	-28.637	(变量)		8.63
	15	57.145	0.70	1.90043	37.4
	16	15.534	(变量)		7.55
	17*	-319.094	1.30	1.58313	59.4
	18*	77.888	(变量)		12.76
	19	-162.091	4.34	1.49700	81.5
	20	-26.874	(变量)		25.48
	21	-80.347	1.75	1.48749	70.2
	22	-52.933	0.20		26.30
	23	∞ (FS 光阑)	10.50		26.56
[0152]	像面	∞			
[0153]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$	$A4=8.55238e-006$	$A6=-3.21502e-007$
$A8=2.74404e-009$	$A10=-1.64579e-013$	$A12=-1.00602e-013$

第四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-1.69147e-005$	$A6=-5.06238e-007$
$A8=5.40121e-009$	$A10=-3.32736e-011$	$A12=1.48612e-014$

第十三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-1.66973e-004$	$A6=1.77165e-006$
$A8=2.62850e-008$	$A10=1.82226e-009$	

[0154]

第十四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-1.11256e-005$	$A6=4.34942e-006$
$A8=-6.18787e-008$	$A10=3.78756e-009$	

第十七面

$K=0.00000e+000$	$A4=9.64771e-005$	$A6=3.03837e-006$
$A8=-4.78864e-007$	$A10=1.66718e-008$	$A12=-2.01125e-010$

第十八面

$K=0.00000e+000$	$A4=1.45183e-004$	$A6=1.26567e-006$
$A8=-2.77900e-007$	$A10=8.50856e-009$	$A12=-8.78053e-011$

[0155]

各种数据

变焦比	2.88			
	广角	中间	远摄	
	焦距	15.45	30.00	44.45
	F 数	3.60	4.96	6.44
	半视角 (度)	41.48	24.48	17.08
	像高	13.66	13.66	13.66
	透镜总长度	80.77	74.05	81.38
[0156]	BF	10.70	10.70	10.70
	d6	25.44	6.72	1.06
	d14	1.91	3.26	3.73
	d16	5.48	4.13	3.66
	d18	3.39	15.23	28.39
	d20	0.20	0.36	0.20
[0157]	入射光瞳位置	16.70	13.19	11.57
	出射光瞳位置	-25.34	-61.14	-182.39
	前主点位置	25.49	30.63	45.78
	后主点位置	-4.95	-19.50	-33.95
	变焦镜头单元数据			
[0158]	单元	起始面	焦距	透镜结构长
				前主点位置
				后主点位置
			度	
	1	1	-26.53	13.80
	2a	7	79.60	1.45
	2b	9	18.79	9.29
	3	15	-23.88	0.70
[0159]	4	17	-107.23	1.30
	5	19	64.14	4.34
	6	21	311.71	1.95
	单透镜数据			

透镜	起始面	焦距
1	1	-21.76
2	3	-142.86
3	5	74.85
4	7	79.60
[0160]	5	14.41
	6	-21.81
	7	31.70
	8	-23.88
	9	-107.23
	10	64.14
	11	311.71
[0161]	[第五数值实施例]	
[0162]	单位mm	
[0163]	面数据	

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	32.694	1.50	1.80400	46.6	27.79
2	11.521	8.41			20.80
3*	202.243	2.00	1.52996	55.8	20.68
4*	54.898	0.21			20.78
5	71.414	1.82	1.92286	18.9	20.41
6	515.120	(变量)			20.04
7	269.410	1.41	1.48749	70.2	10.32
8	-52.547	1.00			10.50
9	11.681	3.21	1.73400	51.5	10.88
10	-357.954	0.93	1.85478	24.8	10.23
[0164]	11	27.781	1.17		9.77
	12 (光阑)	∞	2.23		9.55
	13*	-303.652	1.57	1.58313	59.4
	14*	-25.134	(变量)		8.62
	15	31.792	0.70	2.00100	29.1
	16	16.314	(变量)		7.91
	17*	-25.252	1.30	1.58313	59.4
	18*	-56.591	(变量)		13.40
	19	-81.816	3.80	1.62041	60.3
	20	-27.464	0.20		25.50
	21	∞ (FS 光阑)	10.50		25.90
	像面	∞			
[0165]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-5.18235e-005$	$A6=2.59824e-007$
$A8=-5.12267e-009$	$A10=7.28702e-011$	$A12=-3.53815e-013$

第四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-9.18491e-005$	$A6=1.75955e-007$
$A8=-5.05559e-009$	$A10=6.52891e-011$	$A12=-3.68547e-013$

第十三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-8.22096e-005$	$A6=8.55696e-007$
$A8=3.39182e-007$	$A10=-4.95845e-009$	

[0166]

第十四面

$K=0.00000e+000$	$A4=1.08887e-004$	$A6=2.76023e-006$
$A8=2.93647e-007$	$A10=-3.39920e-009$	

第十七面

$K=0.00000e+000$	$A4=-2.32376e-005$	$A6=1.18760e-005$
$A8=-8.09522e-007$	$A10=2.07725e-008$	$A12=-1.96508e-010$

第十八面

$K=0.00000e+000$	$A4=3.41849e-005$	$A6=7.53887e-006$
$A8=-4.46254e-007$	$A10=9.60426e-009$	$A12=-7.42587e-011$

[0167]

各种数据

变焦比	2.88			
	广角		中间	远摄
	焦距	15.35	30.00	44.16
	F 数	3.58	5.01	6.44
	半视角 (度)	41.66	24.48	17.19
	像高	13.66	13.66	13.66
	透镜总长度	79.00	73.45	79.76
BF		10.70	10.70	10.70
[0168]				
d6		24.82	6.86	1.00
d14		1.50	2.69	3.28
d16		6.86	5.68	5.08
d18		3.86	16.28	28.45
[0169]				
入射光瞳位置		16.74	13.28	11.57
出射光瞳位置		-24.41	-56.20	-121.39
前主点位置		25.34	29.79	40.95
后主点位置		-4.85	-19.50	-33.66
变焦镜头单元数据				
单元	起始面	焦距	透镜结构长	前主点位置
			度	后主点位置
[0170]	1	1	-26.25	0.40
	2a	7	90.33	0.80
	2b	9	19.60	1.56
	3	15	-34.25	0.74
	4	17	-79.41	-0.67
[0171]				
单透镜数据				

透镜	起始面	焦距
1	1	-22.85
2	3	-142.86
3	5	89.66
4	7	90.33
[0172]	5	15.47
6	10	-30.13
7	13	46.90
8	15	-34.25
9	17	-79.41
10	19	64.90
[0173]	[第六数值实施例]	
[0174]	单位mm	
[0175]	面数据	

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	54.115	1.50	1.77250	49.6	28.42
2	13.201	6.73			22.12
3*	65.311	2.50	1.52996	55.8	22.03
4*	34.598	0.20			21.87
5	35.722	1.99	1.92286	18.9	21.62
6	64.948	(变量)			21.13
7	131.825	1.52	1.48749	70.2	11.90
8	-66.902	1.00			12.10
9	11.766	3.45	1.67003	47.2	12.67
10	74.733	0.80	1.95906	17.5	11.95
[0176]	11	25.860	3.64		11.52
	12 (光阑)	∞	0.30		10.74
	13*	86.226	2.25	1.58313	59.4
	14*	-28.734	(变量)		10.50
	15	29.420	0.70	1.67003	47.2
	16	13.766	(变量)		7.32
	17*	-23.538	1.30	1.85400	40.4
	18*	-48.892	(变量)		15.28
	19	-1,304.728	4.37	1.62041	60.3
	20	-30.992	(变量)		25.50
	21	∞ (FS 光阑)	10.50		26.13
	像面	∞			
[0177]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$ $A4=-4.45035e-005$ $A6=3.99849e-007$
 $A8=-1.60313e-009$ $A10=-1.84583e-012$

第四面

$K=0.00000e+000$ $A4=-7.50257e-005$ $A6=3.32130e-007$
 $A8=-2.19530e-009$ $A10=-2.12171e-012$

第十三面

$K=0.00000e+000$ $A4=-2.83156e-004$ $A6=-8.22285e-008$
 $A8=-3.27053e-008$ $A10=1.77230e-009$

[0178]

第十四面

$K=0.00000e+000$ $A4=-1.51104e-004$ $A6=9.59524e-007$
 $A8=-3.11141e-008$ $A10=1.75320e-009$

第十七面

$K=0.00000e+000$ $A4=-3.21760e-004$ $A6=4.94912e-006$
 $A8=-7.52554e-008$ $A10=7.85091e-010$

第十八面

$K=0.00000e+000$ $A4=-2.47106e-004$ $A6=4.09341e-006$
 $A8=-4.61045e-008$ $A10=3.40494e-010$

[0179]

各种数据

变焦比	2.88			
	广角	中间	远摄	
	焦距	16.51	21.00	47.49
	F 数	3.49	3.77	5.80
	半视角 (度)	39.61	33.04	16.05
	像高	13.66	13.66	13.66
	透镜总长度	82.00	77.35	84.14
[0180]	BF	10.70	10.70	13.31
	d6	25.60	17.58	1.73
	d14	1.50	2.53	5.54
	d16	10.88	9.85	6.84
	d18	1.06	4.43	24.46
	d20	0.20	0.20	2.81
[0181]	入射光瞳位置	17.60	16.44	13.05
	出射光瞳位置	-23.53	-31.11	-163.85
	前主点位置	26.10	26.85	47.60
	后主点位置	-6.01	-10.50	-36.99
	变焦镜头单元数据			
[0182]	单元	起始面	焦距	透镜结构长
				前主点位置
				后主点位置
				度
	1	1	-26.16	12.93
	2a	7	91.27	1.52
	2b	9	20.95	10.44
[0183]	3	15	-39.32	0.70
	4	17	-54.43	1.30
	5	19	51.10	4.37
单透镜数据			2.76	0.07

透镜	起始面	焦距
1	1	-22.97
2	3	-142.85
3	5	83.29
4	7	91.27
[0184]	5	20.39
6	10	-41.56
7	13	37.23
8	15	-39.32
9	17	-54.43
10	19	51.10
[0185]	[第七数值实施例]	
[0186]	单位mm	
[0187]	面数据	

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	108.067	0.80	1.81600	46.6	24.51
2	13.740	4.01			20.46
3*	25.767	2.50	1.52996	55.8	20.47
4*	18.578	0.46			20.70
5	39.925	2.30	1.85478	24.8	20.69
6	355.429	(变量)			20.41
7	132.954	1.43	1.48749	70.2	12.48
8	-73.984	2.00			12.68
9*	10.751	3.64	1.85400	40.4	13.69
10*	117.358	0.51			12.81
[0188]	11	39.099	0.80	2.00100	29.1
	12	8.711	0.73		10.82
	13	11.584	4.29	1.49700	81.5
	14	-22.597	0.20		10.53
	15 (光阑)	∞	(变量)		10.13
	16	55.694	0.80	1.72916	54.7
	17	12.387	(变量)		6.75
	18*	-92.050	1.20	1.85400	40.4
	19*	-432.428	(变量)		14.79
	20	-306.289	4.01	1.74100	52.6
[0189]	21	-31.259	(变量)		26.97
	22	∞ (FS 光阑)	13.80		27.04
	像面	∞			
非球面数据					

第三面

$$\begin{array}{lll} K=0.00000e+000 & A4=-1.65767e-004 & A6=4.89815e-007 \\ A8=3.78710e-010 & A10=-5.33269e-012 & A12=-6.49289e-014 \end{array}$$

第四面

$$\begin{array}{lll} K=0.00000e+000 & A4=-2.28363e-004 & A6=7.31642e-007 \\ A8=-1.35248e-009 & A10=-1.49118e-011 & A12=1.04398e-014 \end{array}$$

第九面

$$\begin{array}{lll} K=0.00000e+000 & A4=-1.06339e-005 & A6=-2.08809e-007 \\ A8=1.49869e-009 & A10=1.13919e-011 & \end{array}$$

[0190]

第十面

$$\begin{array}{lll} K=0.00000e+000 & A4=7.40426e-005 & A6=-5.24509e-007 \\ A8=8.33767e-009 & A10=-4.77832e-011 & \end{array}$$

第十八面

$$\begin{array}{lll} K=0.00000e+000 & A4=-5.69265e-005 & A6=4.13028e-006 \\ A8=-1.08753e-007 & A10=1.62089e-009 & A12=-8.34383e-012 \end{array}$$

第十九面

$$\begin{array}{lll} K=0.00000e+000 & A4=-2.79677e-005 & A6=2.59056e-006 \\ A8=-5.81221e-008 & A10=7.66071e-010 & A12=-3.22649e-012 \end{array}$$

[0191]

各种数据

变焦比	2.88			
	广角	中间	远摄	
	焦距	18.19	22.74	52.33
	F 数	3.65	3.91	5.80
	半视角 (度)	36.91	31.00	14.63
	像高	13.66	13.66	13.66
	透镜总长度	80.00	76.74	82.46
[0192]	BF	15.25	14.00	14.00
	d6	23.84	17.11	1.00
	d15	1.50	2.43	5.99
	d17	9.20	8.27	4.71
	d19	0.53	5.26	27.09
	d21	1.45	0.20	0.20
[0193]	入射光瞳位置	16.53	15.62	12.49
	出射光瞳位置	-21.03	-30.56	-249.11
	前主点位置	25.22	26.71	54.41
	后主点位置	-4.39	-8.94	-38.53
	变焦镜头单元数据			
[0194]	单元	起始面	焦距	透镜结构长
				前主点位置
				后主点位置
			度	
	1	1	-26.09	10.07
	2a	7	97.73	1.43
	2b	9	18.95	10.16
[0195]	3	16	-22.02	0.80
	4	18	-137.16	1.20
	5	20	46.69	4.01
	单透镜数据			2.55
				0.26

透镜	起始面	焦距
1	1	-19.37
2	3	-142.86
3	5	52.44
4	7	97.73
[0196]	5	13.64
6	11	-11.35
7	13	16.08
8	16	-22.02
9	18	-137.16
10	20	46.69
[0197]	[第八数值实施例]	
[0198]	单位mm	
[0199]	面数据	

面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	44.569	1.50	1.80400	46.6	27.50
2	12.353	7.28			21.06
3*	153.534	2.00	1.52996	55.8	20.89
4*	50.477	0.20			20.90
5	38.046	1.92	1.92286	18.9	20.50
6	75.889	(变量)			20.02
7	421.120	1.48	1.48749	70.2	10.31
8	-40.209	1.00			10.50
9	12.112	3.25	1.69350	53.2	10.85
10	-204.584	0.93	1.84666	23.9	10.24
[0200]	11	34.799	1.85		9.85
	12 (光阑)	∞	1.75		9.40
	13*	106.057	1.67	1.58313	59.4
	14*	-27.812	(变量)		8.67
	15	49.041	0.70	1.90366	31.3
	16	15.648	(变量)		7.25
	17*	-16.765	1.30	1.52996	55.8
	18*	-25.988	(变量)		12.42
	19	-77.439	3.99	1.61405	55.0
	20	-25.775	0.20		25.50
	21	∞ (FS 光阑)	10.60		26.13
	像面	∞			
[0201]	非球面数据				

第三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-5.68175e-005$	$A6=5.45347e-007$
$A8=-6.57928e-009$	$A10=5.78459e-011$	$A12=-2.54252e-013$

第四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-8.63252e-005$	$A6=4.59440e-007$
$A8=-6.01240e-009$	$A10=4.24996e-011$	$A12=-2.01423e-013$

第十三面

$K=0.00000e+000$	$A4=-2.34601e-004$	$A6=-4.86415e-006$
$A8=4.06780e-007$	$A10=-8.54092e-009$	

[0202]

第十四面

$K=0.00000e+000$	$A4=-1.06387e-004$	$A6=-3.29772e-006$
$A8=4.04274e-007$	$A10=-9.45901e-009$	

第十七面

$K=0.00000e+000$	$A4=-2.34140e-004$	$A6=1.26198e-005$
$A8=-9.96591e-007$	$A10=3.44462e-008$	$A12=-4.36551e-010$

第十八面

$K=0.00000e+000$	$A4=-9.12180e-005$	$A6=7.47765e-006$
$A8=-4.31892e-007$	$A10=1.19972e-008$	$A12=-1.18378e-010$

[0203]

各种数据

变焦比	2.88					
	广角	中间	远摄			
	焦距	15.45	30.00	44.45		
	F 数	3.58	4.96	6.44		
	半视角 (度)	41.48	24.48	17.08		
	像高	13.66	13.66	13.66		
	透镜总长度	77.88	72.60	80.05		
[0204]	BF	10.80	10.80	10.80		
	d6	24.49	7.10	1.66		
	d14	1.50	2.65	3.04		
	d16	6.22	5.07	4.68		
	d18	4.05	16.16	29.05		
[0205]	入射光瞳位置	16.37	13.16	11.65		
	出射光瞳位置	-24.67	-57.43	-140.03		
	前主点位置	25.06	29.93	42.99		
	后主点位置	-4.85	-19.40	-33.84		
	变焦镜头单元数据					
[0206]	单元	起始面	焦距	透镜结构长	前主点位置	后主点位置
					度	
	1	1	-25.34	12.90	0.43	-10.34
	2a	7	75.37	1.48	0.91	-0.09
	2b	9	18.46	9.44	2.35	-5.69
	3	15	-25.69	0.70	0.55	0.17
	4	17	-93.70	1.30	-1.62	-2.52
[0207]	5	19	61.12	3.99	3.60	1.20
	单透镜数据					

透镜	起始面	焦距
1	1	-21.71
2	3	-142.86
3	5	80.71
4	7	75.37
[0208]	5	16.59
6	10	-35.06
7	13	37.96
8	15	-25.69
9	17	-93.70
10	19	61.12

[0209] 表1

条件式	实施例								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
(1)	1.57	2.09	1.51	1.55	2.23	2.38	1.21	1.66	
(2)	-1.27	-1.48	-1.48	-1.50	-1.49	-1.33	-1.14	-1.52	
(3)	4.29	2.15	6.33	4.49	2.32	1.38	6.23	3.65	
[0210]	(4)	-1.42	-1.62	-1.60	-1.62	-1.60	-1.58	-1.39	-1.62
	(5)	0.32	0.36	0.40	0.34	0.35	0.34	0.08	0.32
	(6)	0.12	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05
	(7)	-0.51	-0.39	-0.66	-0.57	-0.32	-0.36	-0.64	-0.52
	(8)	1.64	1.67	1.66	1.72	1.71	1.59	1.43	1.64
	(9)	1.00	1.04	1.01	1.02	1.08	1.07	0.90	1.00

[0211] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明并不限定于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应当被赋予最宽的解释,以便涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

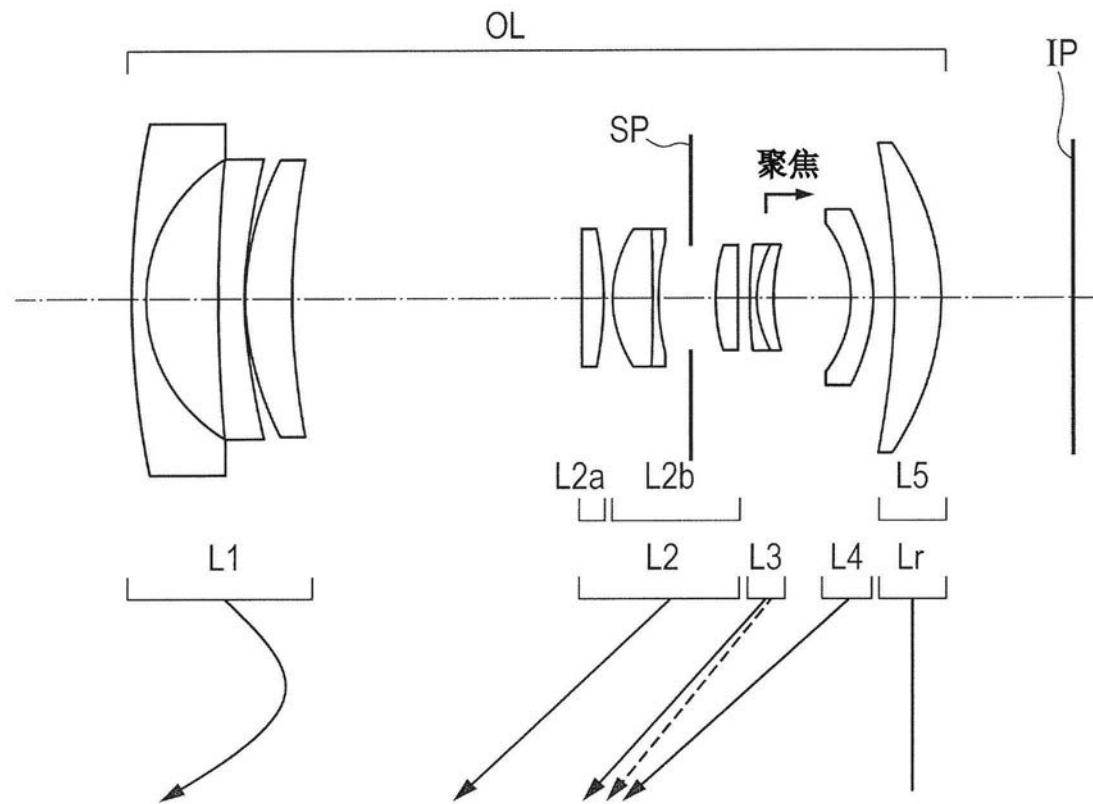


图1

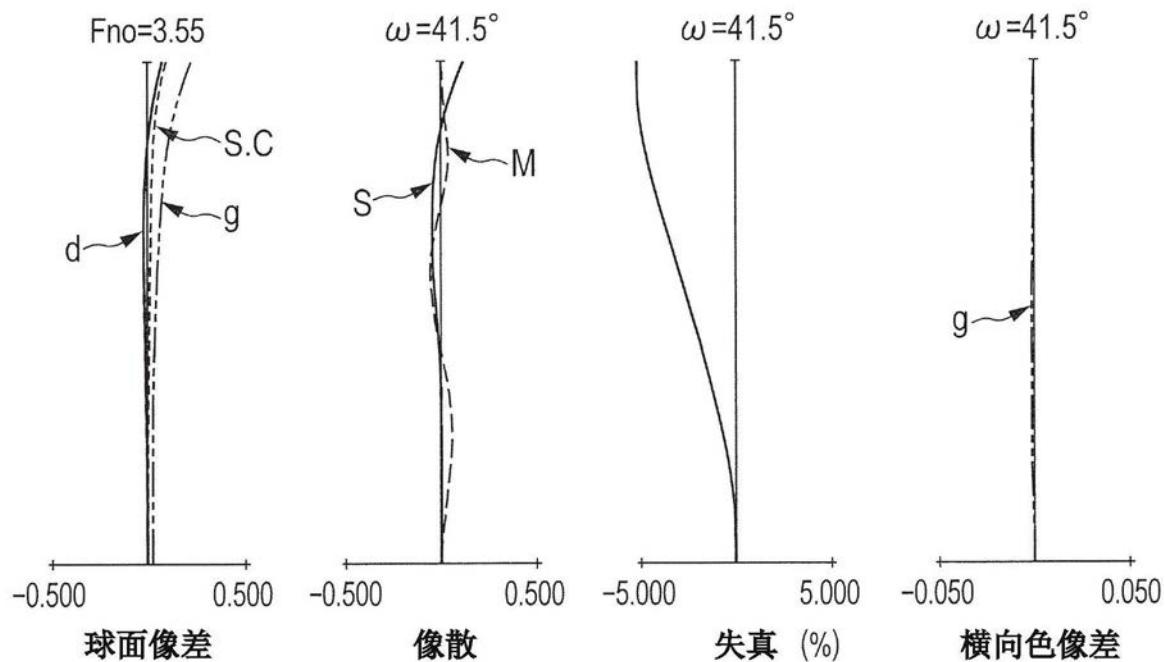


图2A

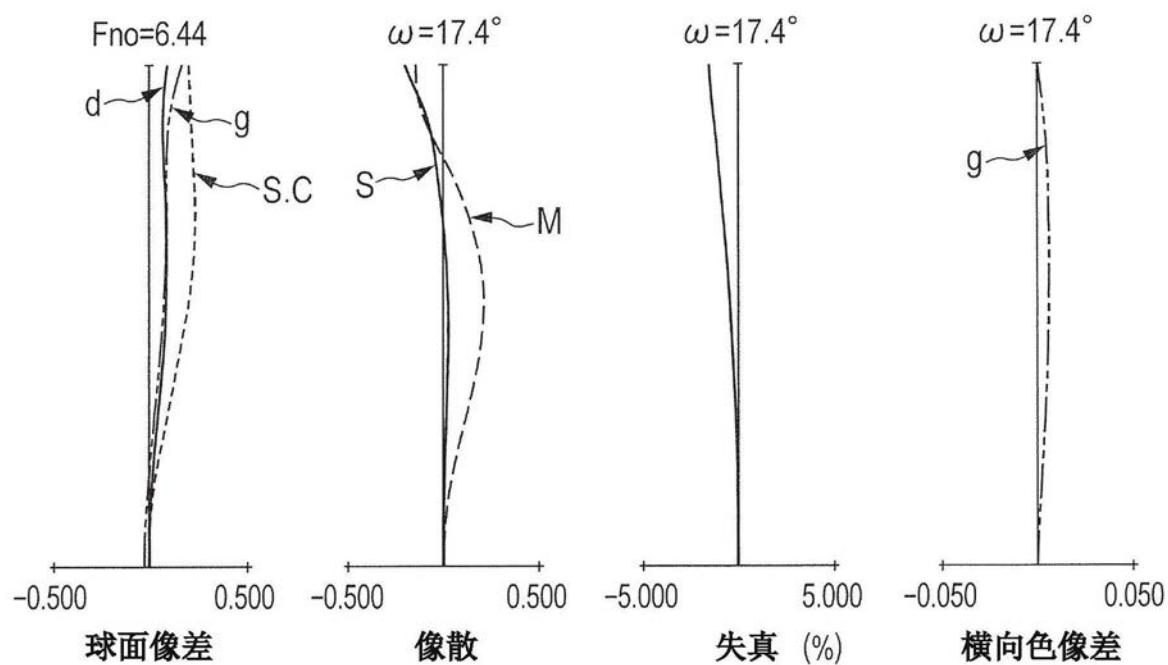


图2B

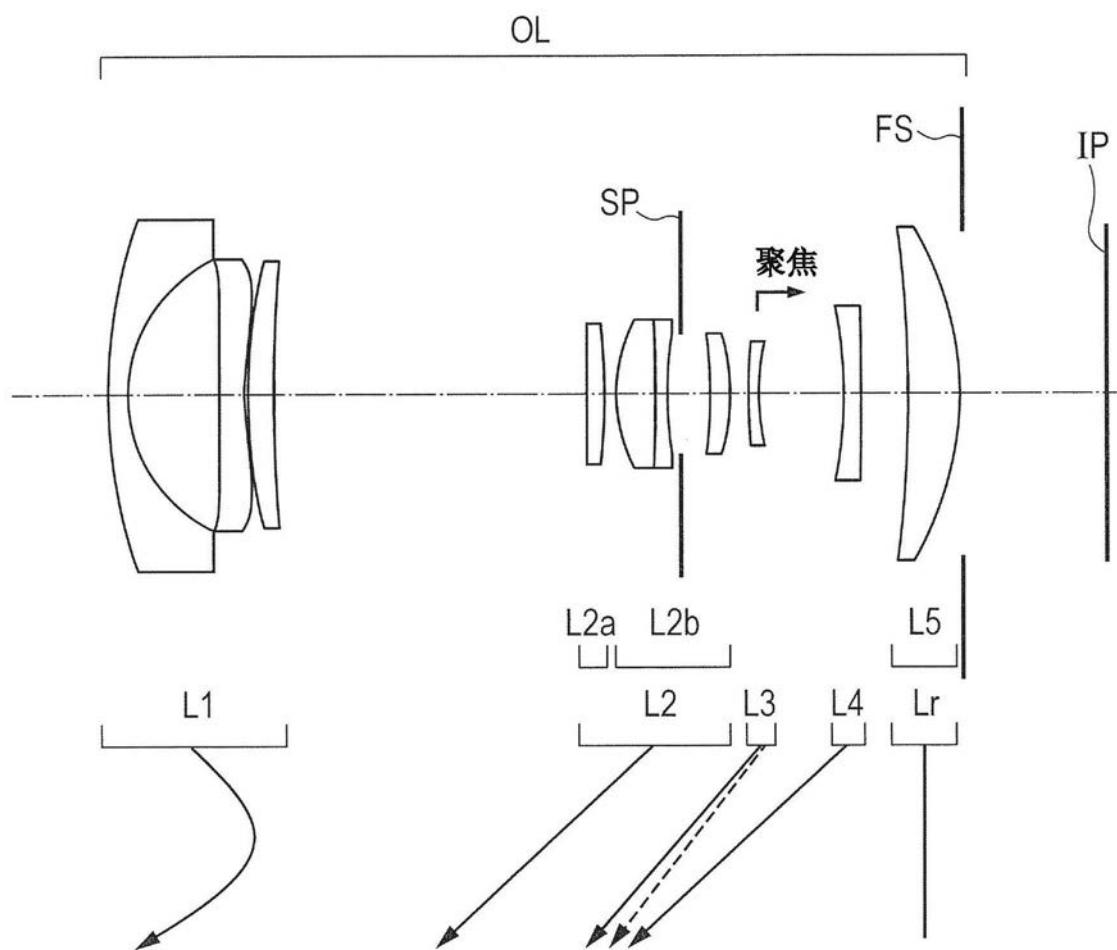


图3

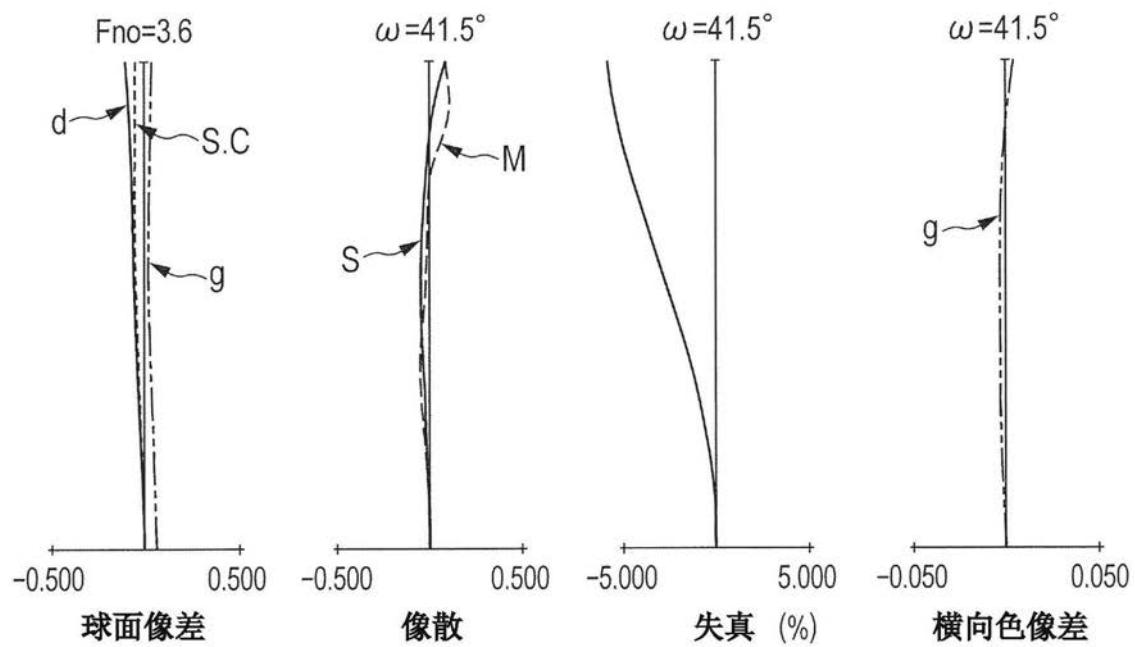


图4A

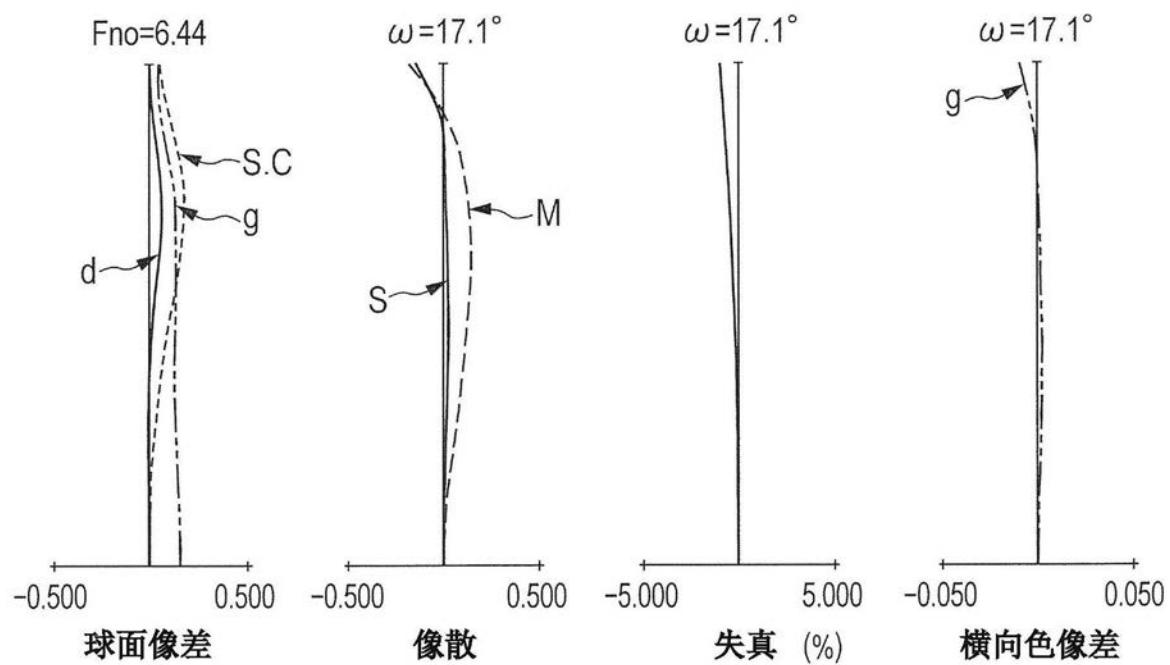


图4B

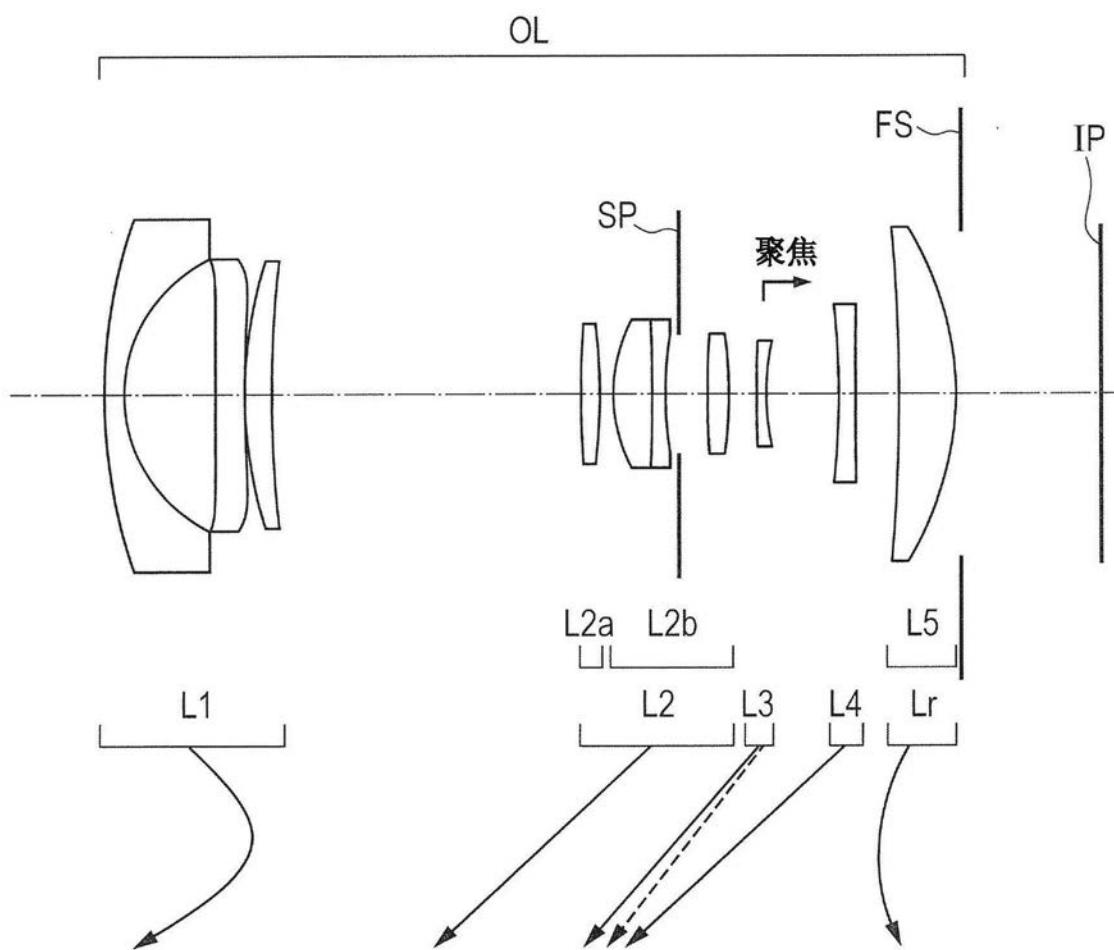


图5

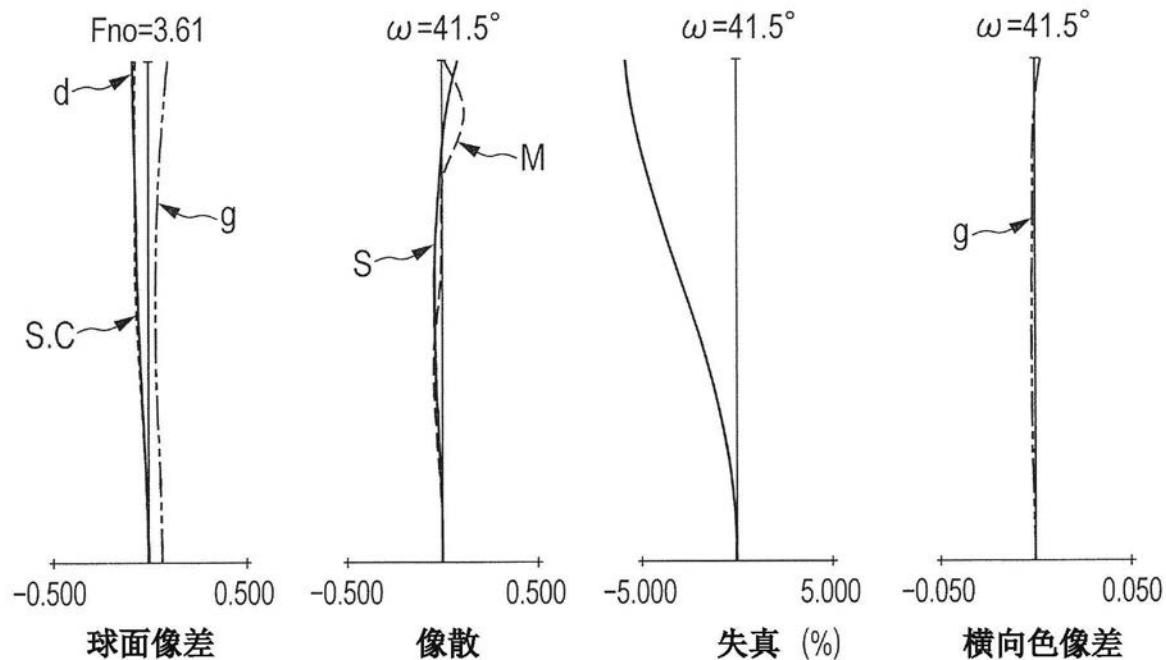


图6A

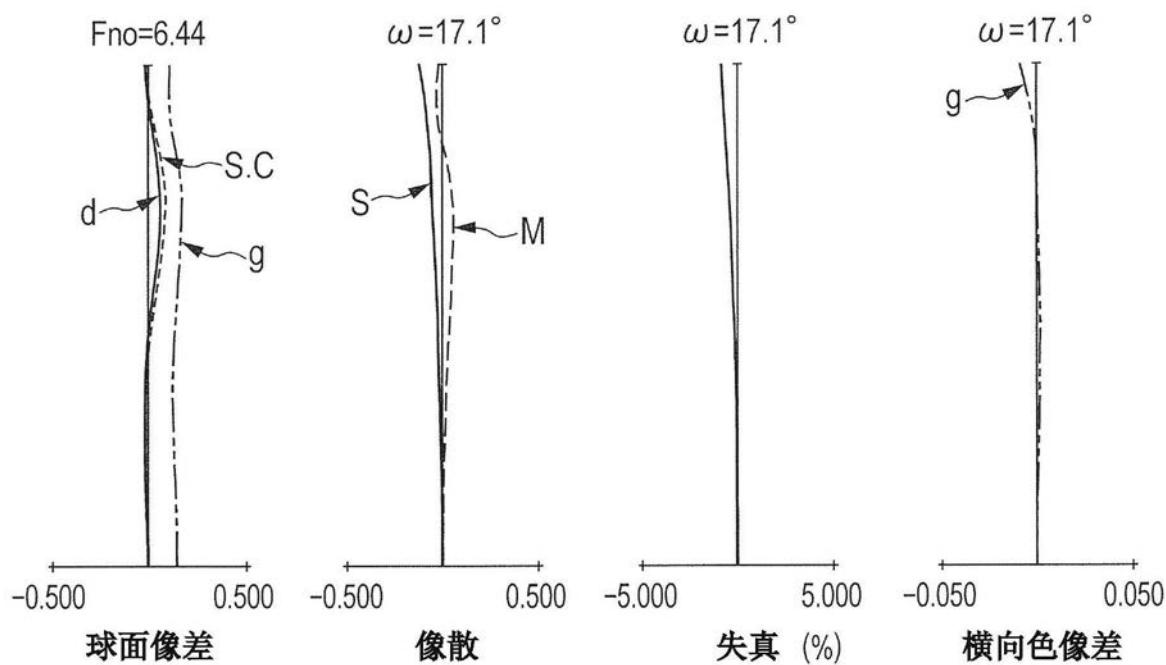


图6B

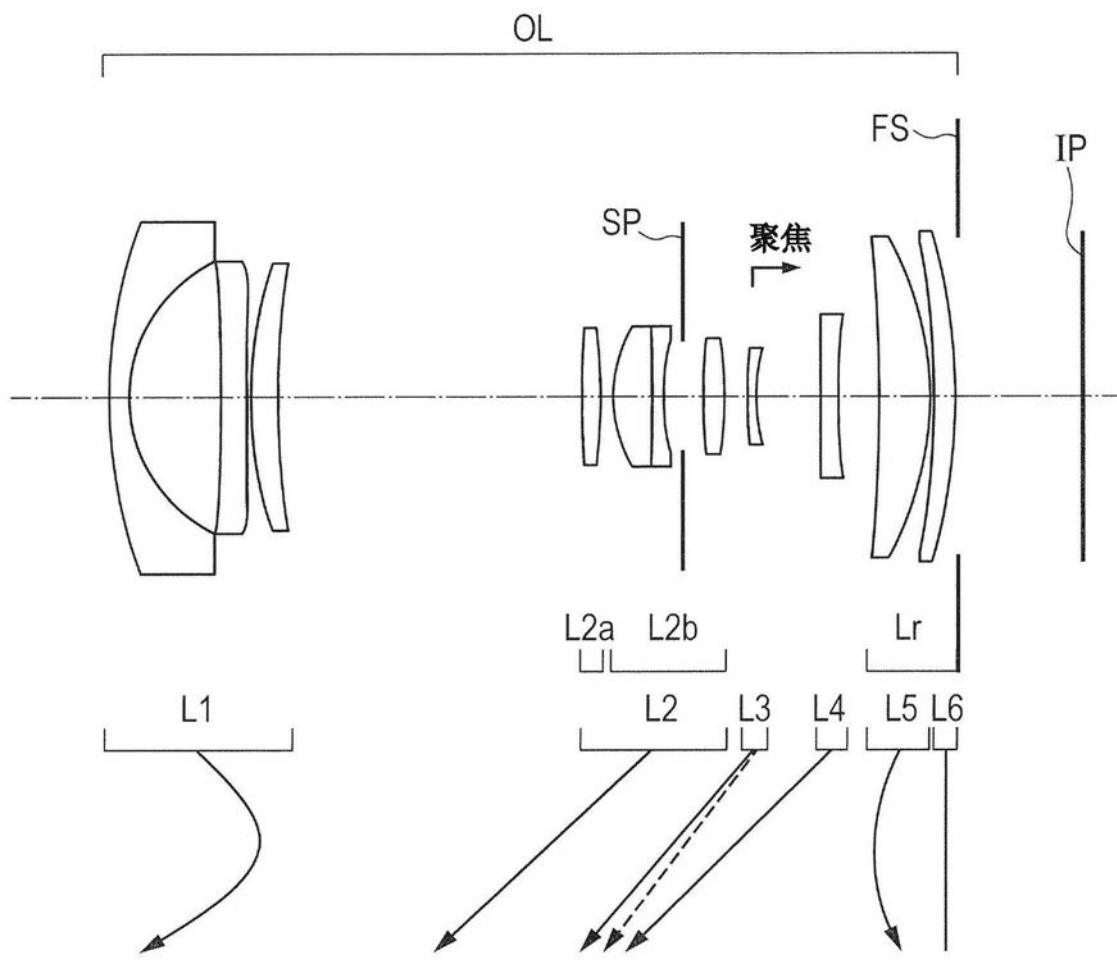


图7

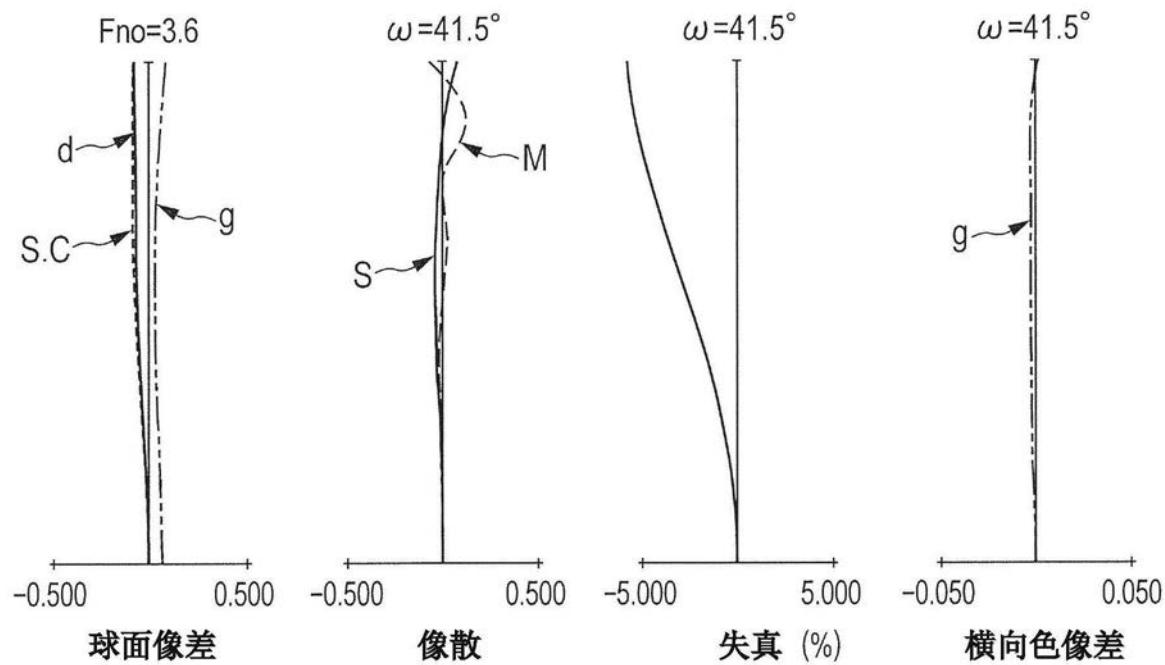


图8A

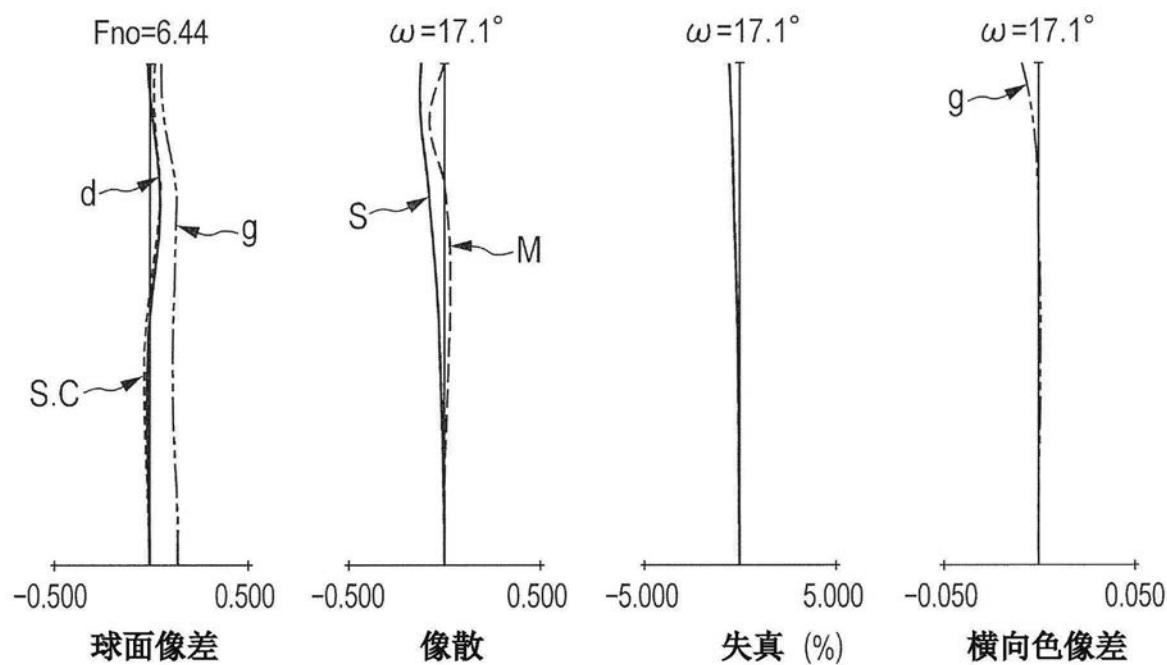


图8B

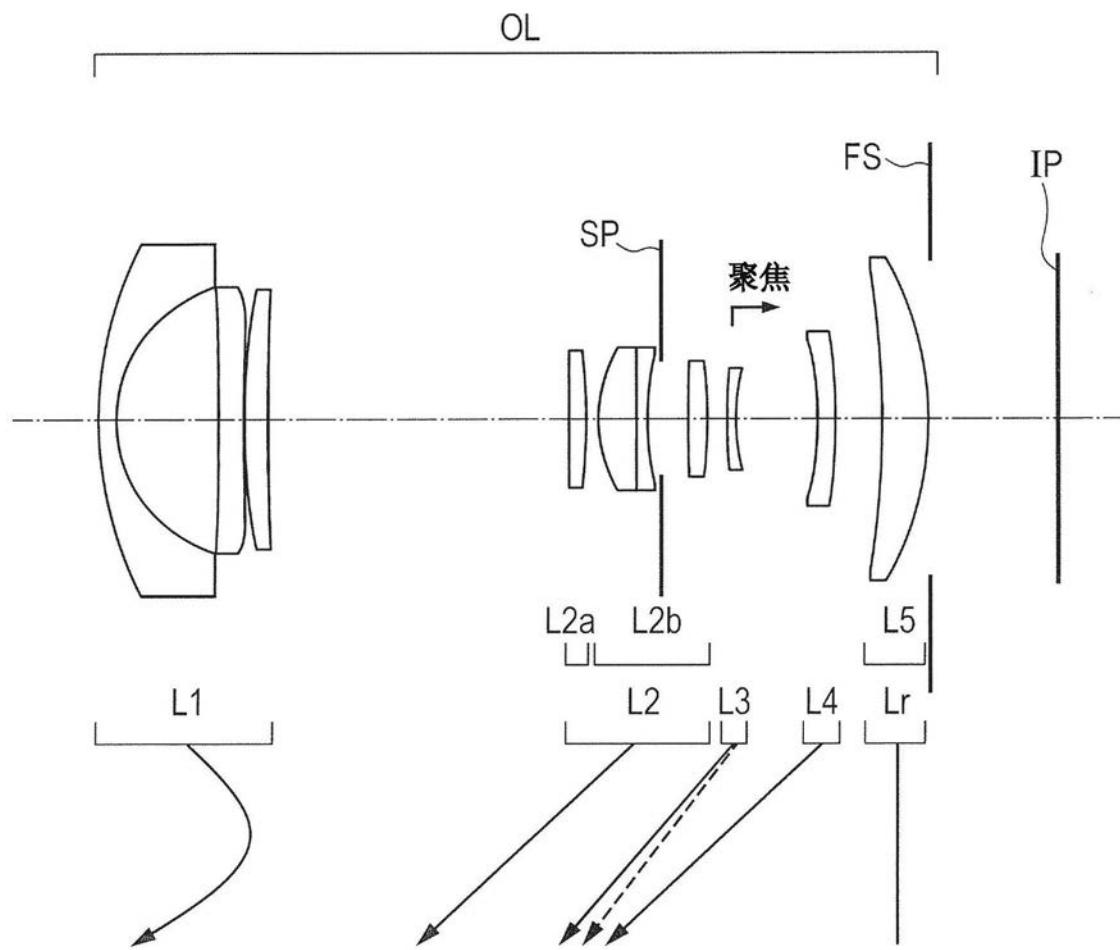


图9

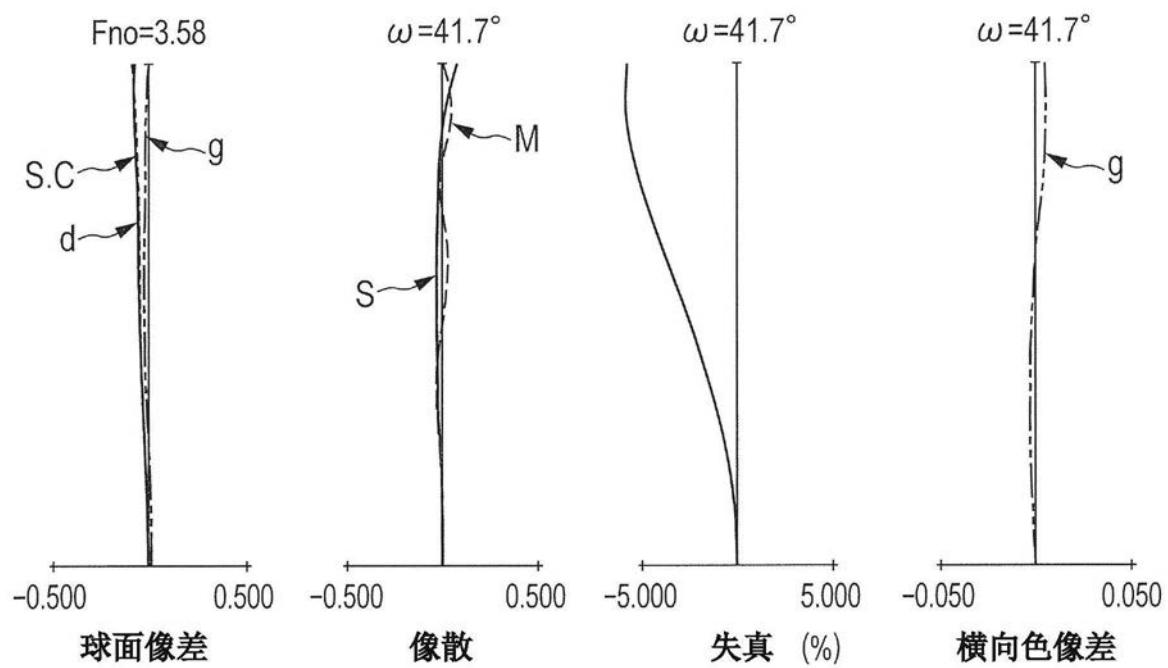


图10A

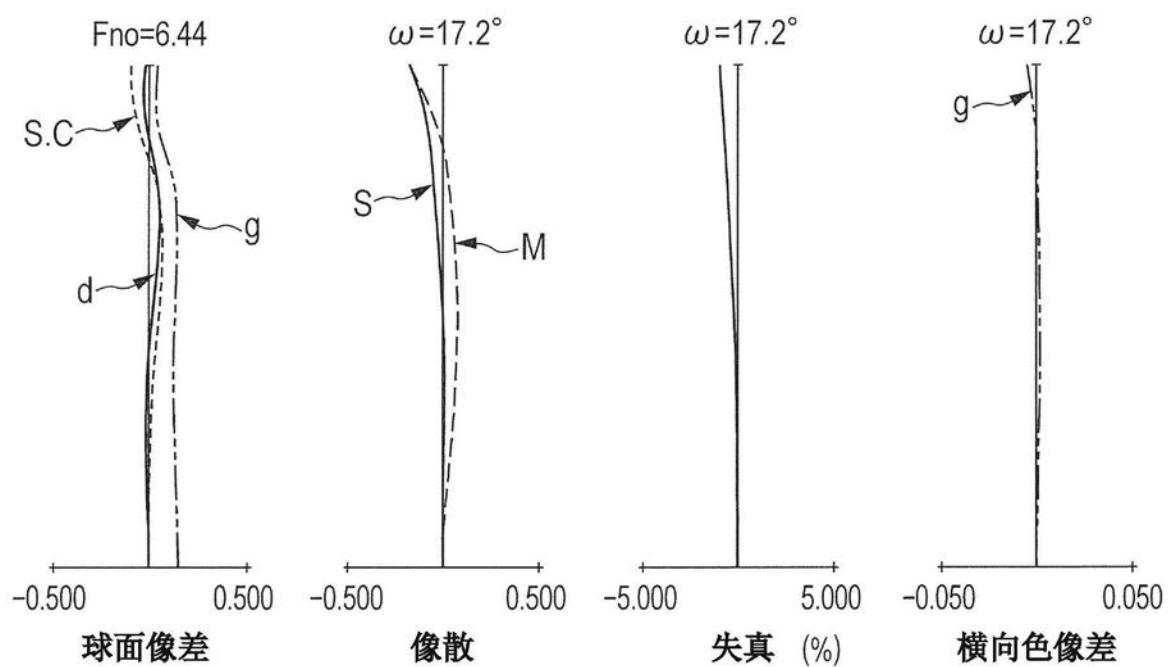


图10B

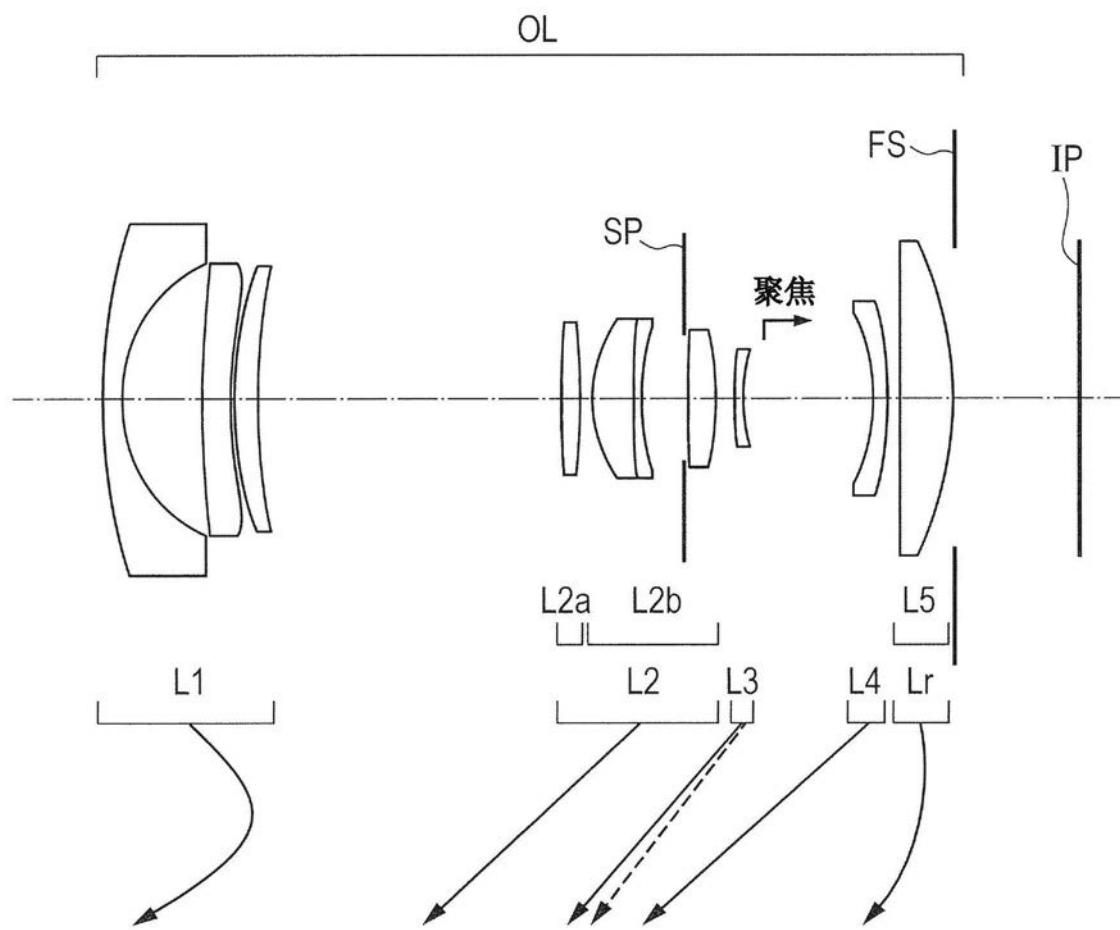


图11

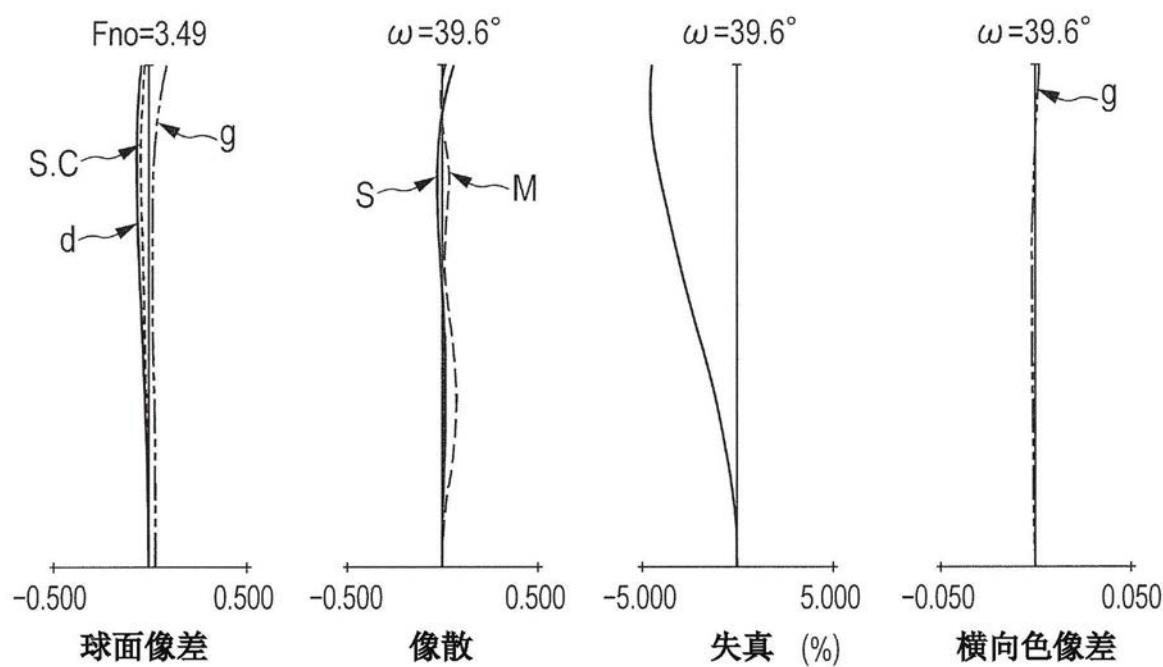


图12A

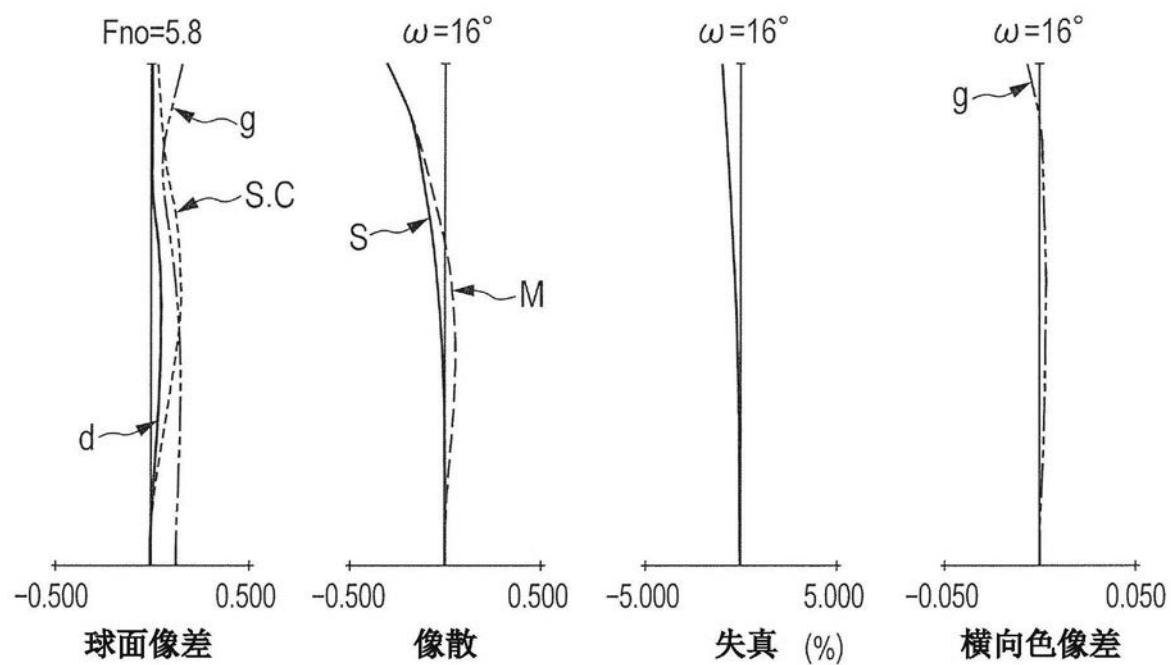


图12B

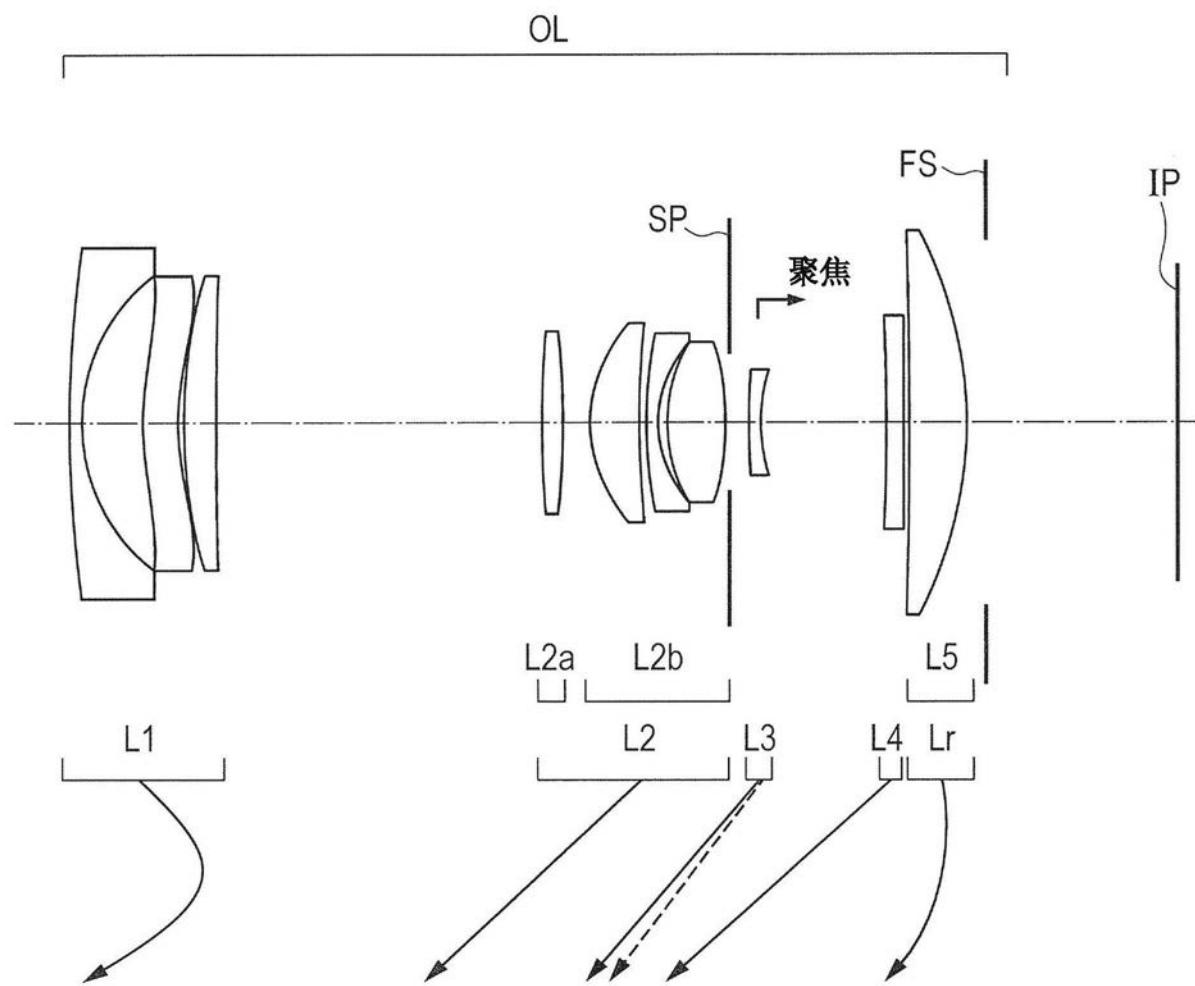


图13

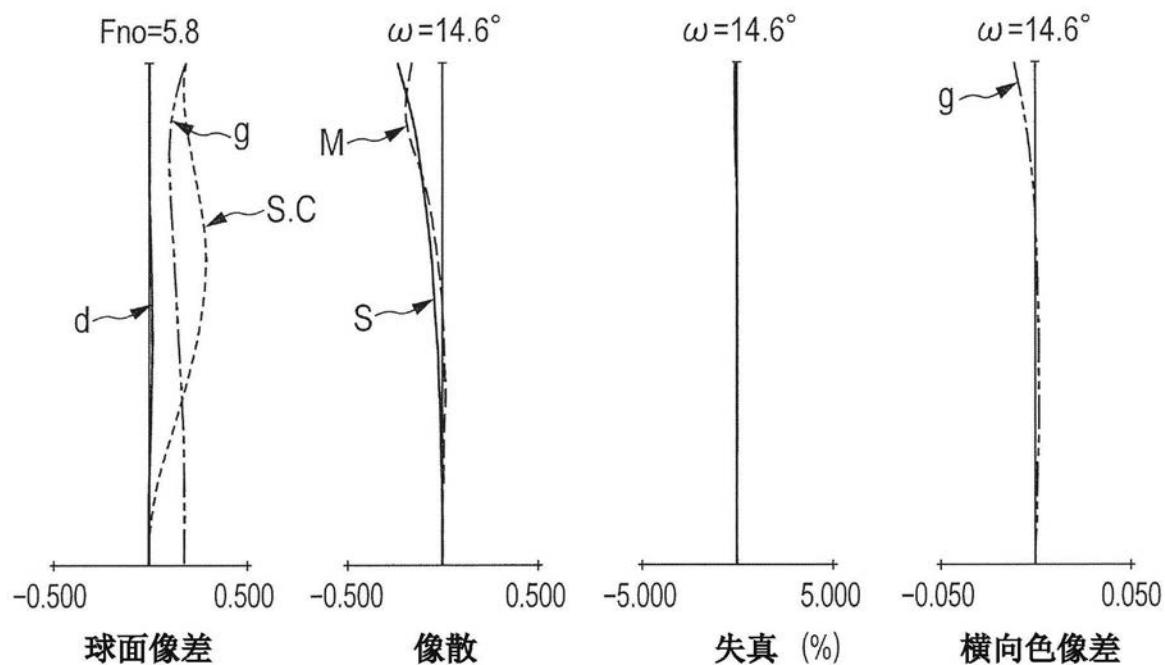


图14A

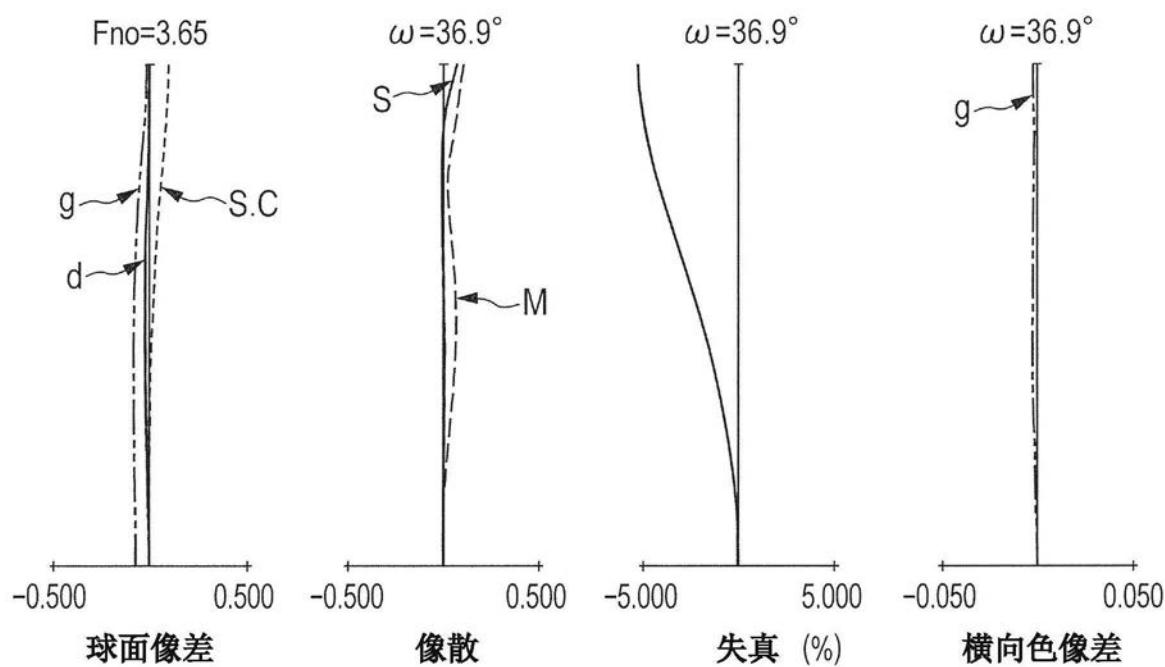


图14B

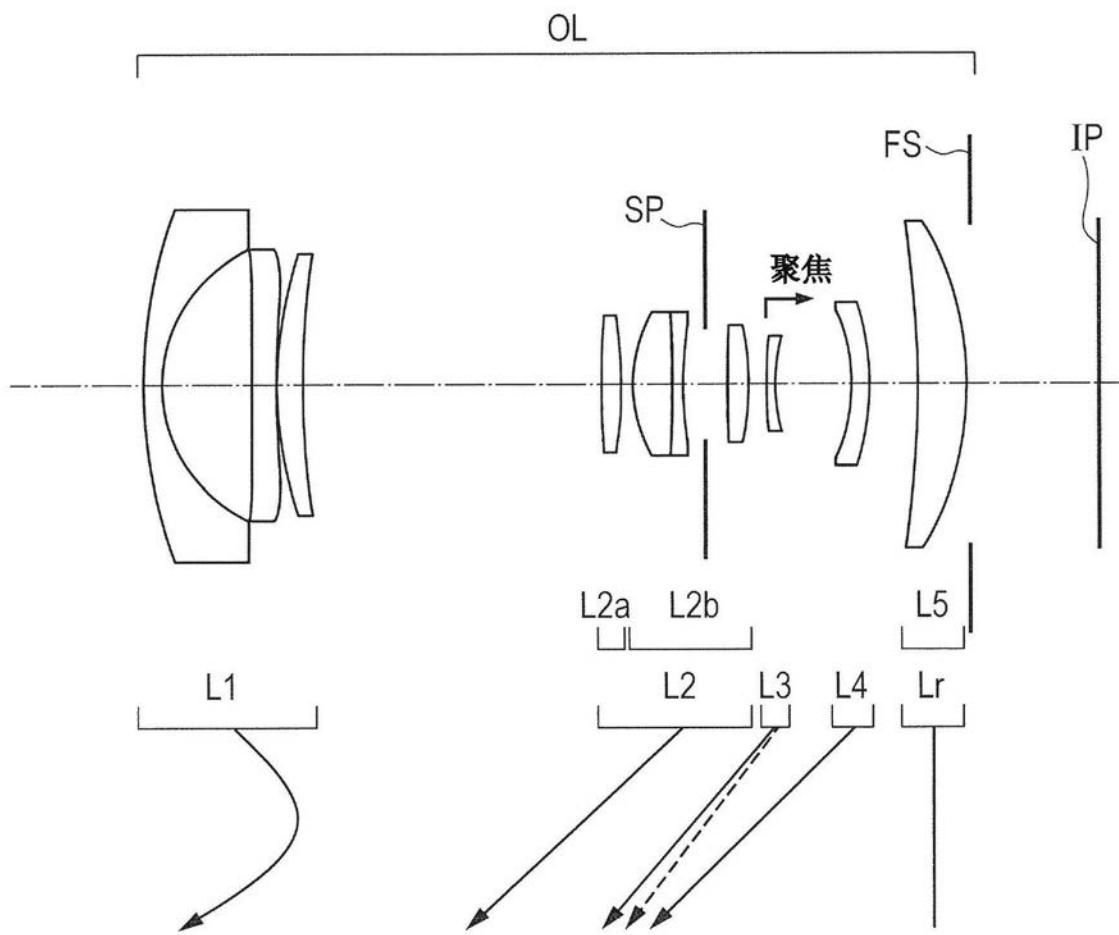


图15

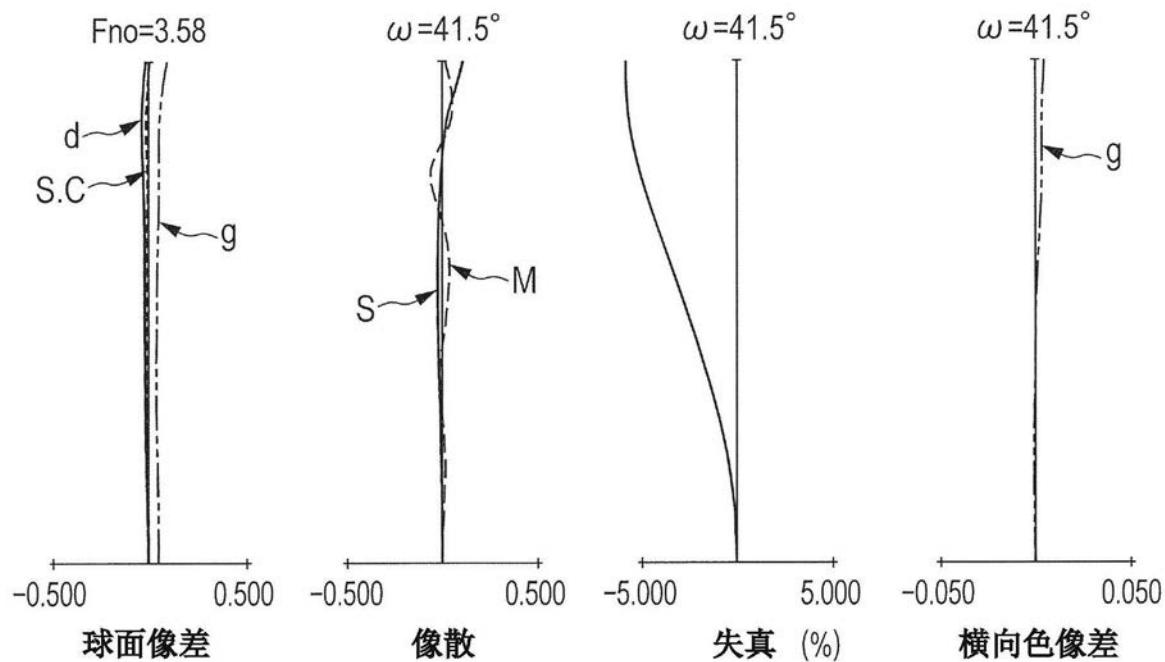


图16A

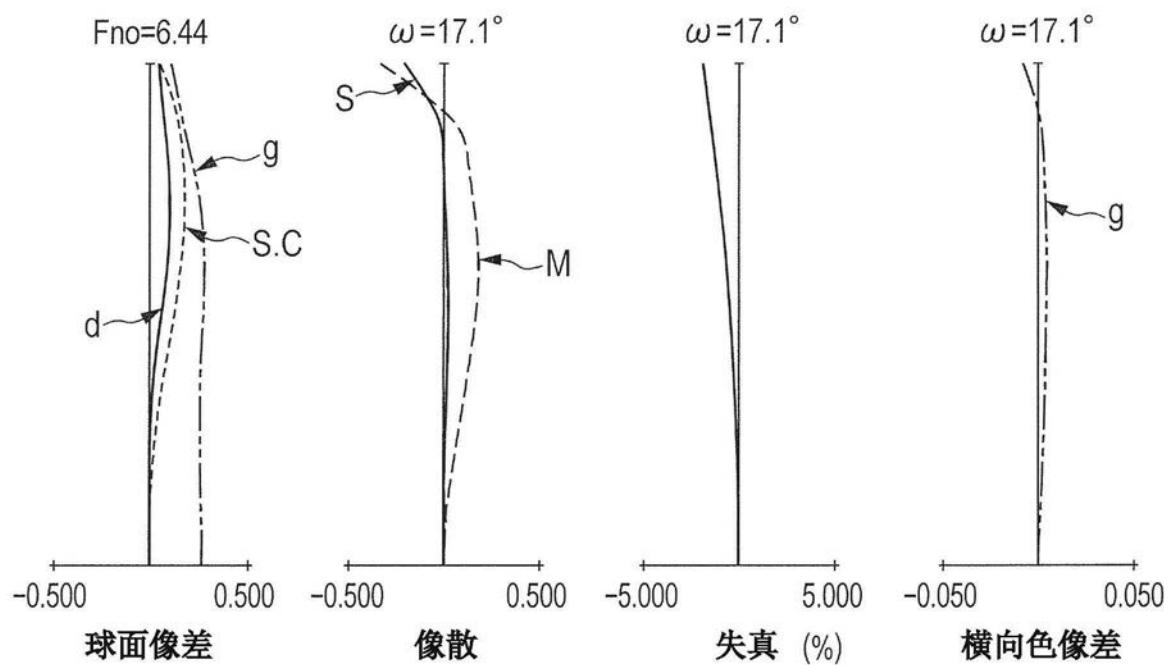


图16B

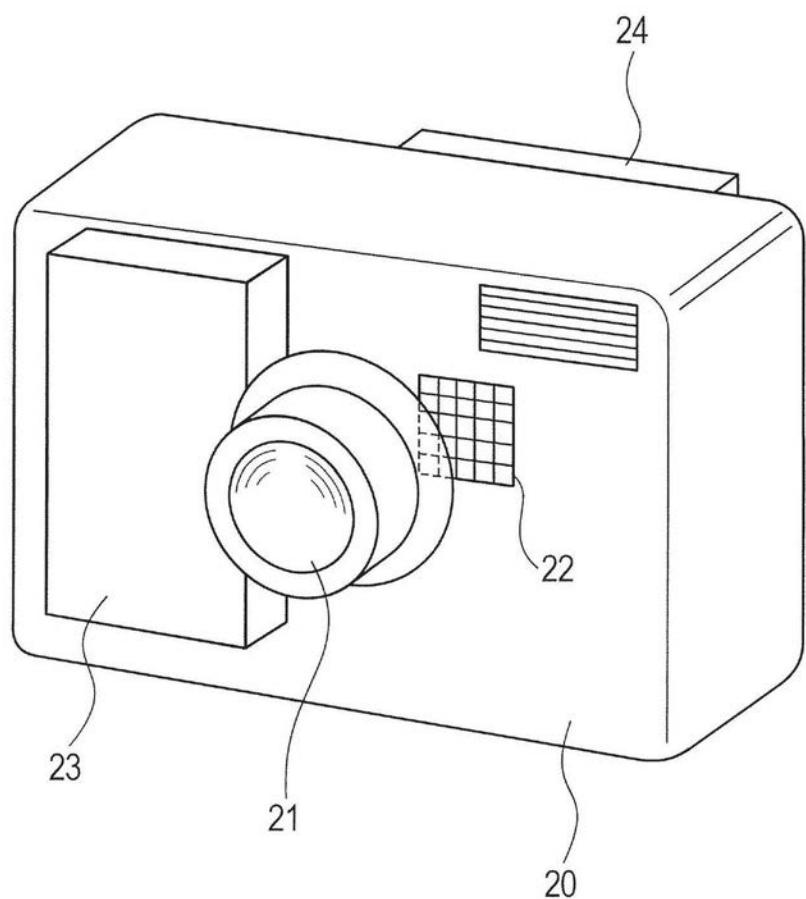


图17