



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103869456 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201410095071. 4

(22) 申请日 2011. 08. 16

(30) 优先权数据

2010-185184 2010. 08. 20 JP

(62) 分案原申请数据

201110233998. 6 2011. 08. 16

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 伊藤大介

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 罗银燕

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006. 01)

G02B 15/173(2006. 01)

(56) 对比文件

JP H10111444 , 1998. 04. 28,

CN 1825154 A, 2006. 08. 30,

US 2007146897 A1, 2007. 06. 28,

JP H06160714 A, 1994. 06. 07,

审查员 李卓

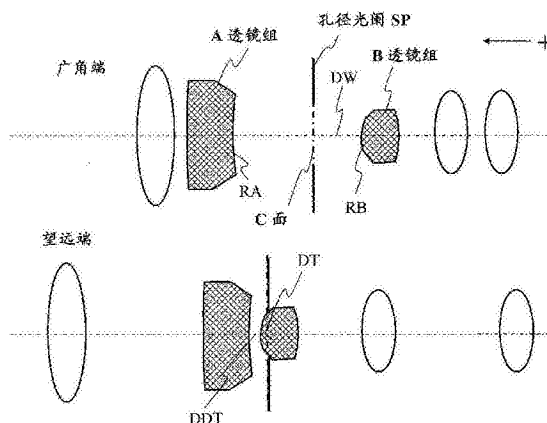
权利要求书2页 说明书24页 附图14页

(54) 发明名称

透镜装置和图像拾取装置

(57) 摘要

本发明涉及透镜装置和图像拾取装置。透镜装置包括：孔径光阑；与孔径光阑相比设置在第一侧的第一透镜；与孔径光阑相比设置在第二侧的第二透镜。变焦期间孔径光阑独立于第一和第二透镜移动。使第一透镜和孔径光阑在广角状态进入第一状态且在望远状态进入第二状态，在第一状态第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的位置在第一侧离开孔径光阑，在第二状态第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的至少一部分通过开口与孔径光阑相比突出到第二侧。满足条件： $0.0 < DDT/fT < 1.00 < X/L < 1.0$ DDT 和 fT 分别表示在望远状态第一和第二透镜间的距离及整个系统的焦距，X 和 L 分别表示第二状态中第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的顶点和孔径面间的距离及和第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的外边缘间的距离。



1. 一种透镜装置,包括:

孔径光阑 (SP),所述孔径光阑 (SP) 形成开口;

第一透镜 (A 或 B),所述第一透镜 (A 或 B) 沿透镜装置的光轴的方向与孔径光阑相比设置在第一侧,第一侧是物侧和像侧中的一个;以及

第二透镜 (B 或 A),所述第二透镜 (B 或 A) 沿所述光轴的方向与孔径光阑相比设置在第二侧,第二侧是物侧和像侧中的另一个,

其特征在于,在变焦期间,孔径光阑沿光轴的方向独立于第一透镜和第二透镜而移动,以及

使第一透镜和孔径光阑进入第一状态和第二状态,在第一状态中,第一透镜的孔径光阑侧透镜表面 (RA 或 RB) 的位置在第一侧离开孔径光阑,在第二状态中,第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的至少一部分通过开口与孔径光阑相比突出到第二侧,

其中,在广角状态和望远状态之间的变焦期间,使第一透镜和孔径光阑在广角状态进入第一状态,并且在望远状态进入第二状态,或者在近距离对焦状态和无限远距离对焦状态之间的聚焦期间,使第一透镜和孔径光阑在近距离对焦状态进入第一状态和第二状态中的一个,并且在无限远距离对焦状态进入第一状态和第二状态中的另一个,以及

其中,当包含开口并与光轴正交的面被定义为孔径面 (C) 时,满足以下的条件:

$$0.0 < \text{DDT}/f_T < 1.0$$

$$0 < X/L < 1.0$$

$$-250.0 < \text{DW}/\text{DT} < -1.0$$

这里,DDT 表示在望远状态第一透镜和第二透镜之间的光轴上的距离, f_T 表示在望远状态透镜装置的整个系统的焦距,

这里,X 表示第二状态中第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的顶点和孔径面之间的光轴方向上的距离,L 表示第二状态中第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的外边缘和第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的顶点之间的光轴方向上的距离,DW 表示第一状态中第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的顶点和孔径面之间的光轴方向上的距离,DT 表示第二状态中第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的顶点和孔径面之间的光轴方向上的距离。

2. 根据权利要求 1 所述的透镜装置,

其中,孔径光阑是开口直径可变的可变孔径光阑。

3. 根据权利要求 1 所述的透镜装置,

其中,孔径光阑是开口直径可变的可变孔径光阑,以及

其中,第二状态中的开口直径比第一状态中的开口直径小。

4. 根据权利要求 3 所述的透镜装置,

其中,满足以下的条件:

$$1.0 < \phi_W/\phi_T < 2.0$$

这里, ϕ_W 表示第一状态中的开口直径, ϕ_T 表示第二状态中的开口直径。

5. 根据权利要求 1 所述的透镜装置,

其中,第二透镜的孔径光阑侧透镜表面 (RB 或 RA) 是凸表面。

6. 一种图像拾取装置,包括:

根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的透镜装置 ; 以及
图像拾取元件, 所述图像拾取元件被配置为光电转换由透镜装置形成的光学图像。

透镜装置和图像拾取装置

[0001] 本申请是申请日为 2011 年 8 月 16 日、申请号为 201110233998.6、发明名称为“透镜装置和图像拾取装置”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及在变焦或聚焦期间沿光轴方向移动至少一个透镜和孔径光阑的透镜装置,并且涉及提供有所述透镜装置的图像拾取装置。

背景技术

[0003] 诸如视频照相机或数字静物照相机的图像拾取装置需要尽管尺寸小但能够实现较高的变焦倍率(zoom magnification)并且对于较近距离的物体执行聚焦的透镜装置。作为用于实现这种透镜装置的方法,减小沿光轴方向彼此相邻并且可沿该方向相对移动的透镜之间的最小距离是有效的。

[0004] 日本专利公开 No. 2004-053633、No. 2004-258516 和 No. 7-151972 公开了在可相对移动的透镜之间设置孔径光阑的透镜装置。在这些透镜装置中,必须在避免透镜与孔径光阑的干涉的同时减小设置在孔径光阑的两侧的透镜之间的最小距离。

[0005] 日本专利公开 No. 2004-053633 中公开的透镜装置将孔径光阑设置为与第二透镜组(从物侧计数)的物侧透镜表面相比在像侧,并由此减小设置在孔径光阑的两侧的透镜之间的最小距离。但是,在该透镜装置中,在变焦期间孔径光阑与第二透镜组一体地移动。在诸如 CCD 传感器的图像传感器(图像拾取元件)被设置在像面的图像拾取装置中,这增大变焦期间的出射光瞳的变动,这对于图像传感器是不希望的。

[0006] 另一方面,在日本专利公开 No. 2004-258516 中公开的透镜装置中,在变焦期间孔径光阑也移动,这使得能够抑制出射光瞳的变动。并且,在日本专利公开 No. 7-151972 中公开的透镜装置中,在变焦期间孔径光阑不移动(固定)。

[0007] 在日本专利公开 No. 2004-258516 和 No. 7-151972 中公开的透镜装置中,必须避免孔径光阑与透镜在它们相互最接近的状态中的干涉。因此,孔径光阑和透镜之间的最小距离增大,这使得不能充分地减小设置在孔径光阑的两侧的透镜之间的最小距离。特别地,在孔径光阑的开口直径(aperture diameter)可变的情况下,改变开口直径的机构的厚度进一步增大设置在孔径光阑的两侧的透镜之间的最小距离。

[0008] 如在日本专利公开 No. 7-151972 中公开的透镜装置中那样,在变焦期间固定孔径光阑导致与孔径光阑相比设置在像侧的第二透镜组和第三透镜组执行倍率变化。因此,第二透镜组和第三透镜组的可移动量受到限制,这使得难以充分地校正变焦期间的像差变动。

发明内容

[0009] 本发明提供这样的透镜装置:所述透镜装置尽管尺寸小但能够实现较高的变焦倍率、对于较近距离的物体执行聚焦,并且能够减小出射光瞳变动。

[0010] 本发明作为其一个方面提供一种透镜装置,该透镜装置包括:孔径光阑,所述孔径光阑形成开口;第一透镜,所述第一透镜沿透镜装置的光轴的方向与孔径光阑相比设置在第一侧,第一侧是物侧和像侧中的一个;以及第二透镜,所述第二透镜沿光轴的方向与孔径光阑相比设置在第二侧,第二侧是物侧和像侧中的另一个。在变焦或聚焦期间,孔径光阑沿光轴的方向独立于第一透镜和第二透镜而移动。使第一透镜和孔径光阑进入第一状态和第二状态,在第一状态中,第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的位置在第一侧离开孔径光阑,在第二状态中,第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的至少一部分通过开口与孔径光阑相比突出到第二侧。

[0011] 本发明作为其另一方面提供一种图像拾取装置,该图像拾取装置包括:以上的透镜装置;以及图像拾取元件,所述图像拾取元件光电转换由透镜装置形成的光学图像。

[0012] 从参照附图对示例性实施例的以下描述,本发明的进一步的特征和方面将变得明显。

附图说明

[0013] 图1是本发明的实施例1(数值例1)的透镜装置的横截面图。

[0014] 图2是数值例1的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0015] 图3是本发明的实施例2(数值例2)的透镜装置的横截面图。

[0016] 图4是数值例2的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0017] 图5是本发明的实施例3(数值例3)的透镜装置的横截面图。

[0018] 图6是数值例3的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0019] 图7是本发明的实施例4(数值例4)的透镜装置的横截面图。

[0020] 图8是数值例4的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0021] 图9是本发明的实施例5(数值例5)的透镜装置的横截面图。

[0022] 图10是数值例5的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0023] 图11示出提供有实施例1至5中的任一个的透镜装置的图像拾取装置的配置。

[0024] 图12示出以上实施例的基本配置中的A透镜组及B透镜组和孔径光阑之间的关系。

[0025] 图13示出以上实施例的另一基本配置中的A透镜组及B透镜组和孔径光阑之间的关系。

[0026] 图14示出图12所示的实施例中的B透镜组和孔径光阑之间的关系。

[0027] 图15示出图13所示的实施例中的A透镜组和孔径光阑之间的关系。

具体实施方式

[0028] 以下将参照附图描述本发明的示例性实施例。

[0029] 首先,将参照图12描述作为本发明实施例的变焦透镜的基本配置。图12示出包含多个透镜组和孔径光阑SP的变焦透镜(透镜装置),所述多个透镜组沿变焦透镜的光轴的方向从物侧(图12中的左侧)到像侧(其中的右侧)依次布置。以下,光轴的方向被称为“光轴方向”。

[0030] 在图12所示的多个透镜组之中,与孔径光阑SP相比设置在物侧(第二侧)并且最

接近孔径光阑 SP 的透镜组被称为“A 透镜组”，并且，与孔径光阑 SP 相比设置在像侧（第一侧）并且最接近孔径光阑 SP 的透镜组被称为“B 透镜组”。在图 12 所示的变焦透镜中，A 透镜组与第二透镜对应，并且，B 透镜组与第一透镜对应。

[0031] 并且，在图 12 所示的变焦透镜中，在广角端（广角状态）和望远端（望远状态）之间的变焦期间，所述多个透镜组和孔径光阑 SP 相互独立地移动。在从广角端到望远端的变焦期间，A 透镜组和孔径光阑 SP 之间的光轴方向上的距离（间隔）减小，并且，孔径光阑 SP 和 B 透镜组之间的光轴方向上的距离（间隔）也减小。

[0032] 孔径光阑 SP 形成光从中通过的开口。包含所述开口并与光轴正交的虚拟面（孔径面（aperture plane））被称为“C 面”。在广角端，B 透镜组的物侧透镜表面（孔径光阑侧透镜表面）RB 的位置在像侧离开 C 面（即，离开孔径光阑 SP）。该状态与第一状态（一个状态）对应。另一方面，在望远端，B 透镜组的物侧透镜表面 RB 的至少一部分通过孔径光阑 SP 的开口与 C 面相比突出到物侧（即，到 A 透镜组侧）。该状态与第二状态（另一状态）对应。

[0033] 更具体而言，在广角端，B 透镜组的位置在像侧离开孔径光阑 SP，使得从 B 透镜组的物侧透镜表面 RB 的顶点到 C 面的光轴方向上的距离可变为 DW。在望远端，B 透镜组接近孔径光阑 SP，直到 B 透镜组的物侧透镜表面 RB 的至少一部分通过孔径光阑 SP 的开口与孔径光阑 SP（C 面）相比突出到物侧的位置，使得从物侧透镜表面 RB 的顶点到 C 面的光轴方向上的距离可变为 DT。

[0034] 孔径光阑 SP 是开口的直径可变的可变孔径光阑（虹彩光圈（iris diaphragm））。以下，开口的直径被称为“开口直径”。在图 12 的例子中，在望远端的开口直径比在广角端的开口直径小。在这种情况下，在望远端，孔径光阑 SP 仅变窄到形成开口的光阑片（stop blade）接近或轻微接触 B 透镜组的物侧透镜表面 RB 的状态。换句话说，在望远端的开口直径是与例如 11 的 F 数对应的孔径光阑 SP 的最小开口直径。距离 DT 被设定，使得形成该最小开口直径的光阑片可接近或轻微接触 B 透镜组的物侧透镜表面 RB。

[0035] 当孔径光阑 SP 是这种可变孔径光阑时，由于孔径光阑 SP 被提供有改变开口直径并具有一定量的光轴方向上的厚度的打开 / 关闭机构，因此必须提供在 A 透镜组和孔径光阑 SP 相互最接近的望远端在 A 透镜组和孔径光阑 SP 之间放置打开 / 关闭机构的空间。这使得不可能使 A 透镜组和孔径光阑 SP 充分地相互接近。

[0036] 但是，如图 12 所示，在望远端，B 透镜组接近孔径光阑 SP，直到其物侧透镜表面 RB 的至少一部分与孔径光阑 SP（C 面）相比突出到物侧的位置。这使得能够充分地减小 B 透镜组的物侧透镜表面 RB 和 A 透镜组的像侧透镜表面 RA 之间的光轴上的距离 DDT，透镜表面 RB 和 RA 被设置在孔径光阑 SP 的两侧。因此，可以获得增大在望远端的焦距（即，变焦倍率）的效果和减小变焦透镜的全长的效果。

[0037] 孔径光阑 SP 可以是其开口直径被固定（不可变）的固定孔径光阑。同样，在这种情况下，可以获得增大变焦倍率的效果和减小变焦透镜的全长的效果。

[0038] 如上所述，图 12 所示的变焦透镜能够减小设置在孔径光阑 SP 的两侧的 A 透镜组和 B 透镜组之间的最小距离。

[0039] 并且，在变焦期间可独立于各透镜组而移动的孔径光阑 SP 使得能够在广角端和望远端之间调整孔径光阑 SP 的位置，这使得可以抑制由于变焦导致的变焦透镜的出射光瞳的变动。并且，可变开口直径使得能够根据物体的亮度来控制开口直径，这使得可以增大

在广角端的透镜开口直径。

[0040] 这里将参照图 14 详细描述在望远端的 B 透镜组和孔径光阑 SP 之间的光轴方向上的位置关系。在望远端,孔径光阑 SP (C 面)位于包含于 B 透镜组中的多个透镜表面之中的最物侧透镜表面(孔径光阑侧透镜表面,并且以下称为“物侧透镜表面”)b2 的顶点 b1 的光轴方向位置和物侧透镜表面 b2 的外边缘 b3 的光轴方向位置之间。外边缘 b3 是物侧透镜表面 b2 和边缘表面(外周柱形表面) b4 彼此相交的位置。

[0041] 虽然以上描述了 B 透镜组在望远端最接近孔径光阑 SP 的情况,但是 B 透镜组可在广角端最接近孔径光阑 SP。并且,虽然以上描述了变焦期间的 A 透镜组及 B 透镜组和孔径光阑 SP 之间的关系,但是,相同或类似的关系可以在无限远距离端(无限远距离对焦状态)和近距离端(近距离对焦状态)之间的聚焦期间成立。

[0042] 接下来,将参照图 13 描述作为本发明实施例的变焦透镜的另一基本配置。图 13 示出包含多个透镜组和孔径光阑 SP 的变焦透镜(透镜装置),所述多个透镜组沿光轴方向从物侧(图 13 中的左侧)到像侧(其中的右侧)依次布置。

[0043] 在图 13 所示的多个透镜组之中,与孔径光阑 SP 相比设置在物侧(第一侧)并且最接近孔径光阑 SP 的透镜组被称为“A 透镜组”,并且,与孔径光阑 SP 相比设置在像侧(第二侧)并且最接近孔径光阑 SP 的透镜组被称为“B 透镜组”。在图 13 所示的变焦透镜中,A 透镜组与第一透镜对应,并且,B 透镜组与第二透镜对应。

[0044] 并且,在图 13 所示的变焦透镜中,在广角端(广角状态)和望远端(望远状态)之间的变焦期间,所述多个透镜组和孔径光阑 SP 相互独立地移动。在从广角端到望远端的变焦期间,A 透镜组和孔径光阑 SP 之间的光轴方向上的距离(间隔)减小,并且,孔径光阑 SP 和 B 透镜组之间的光轴方向上的距离(间隔)也减小。

[0045] 孔径光阑 SP 形成光从中通过的开口。包含所述开口并与光轴正交的虚拟面(孔径面)被称为“C 面”。在广角端,A 透镜组的像侧透镜表面(孔径光阑侧透镜表面) RA 的位置在物侧离开 C 面(即,离开孔径光阑 SP)。该状态与第一状态(一个状态)对应。

[0046] 另一方面,在望远端,A 透镜组的像侧透镜表面 RA 的至少一部分通过孔径光阑 SP 的开口与 C 面相比突出到像侧(即,到 B 透镜组侧)。该状态与第二状态(另一状态)对应。

[0047] 更具体而言,在广角端,A 透镜组的位置在物侧离开孔径光阑 SP,使得从 A 透镜组的像侧透镜表面 RA 的顶点到 C 面的光轴方向上的距离可变为 DW。在望远端,A 透镜组接近孔径光阑 SP,直到 A 透镜组的像侧透镜表面 RA 的至少一部分通过孔径光阑 SP 的开口与孔径光阑 SP (C 面)相比突出到像侧的位置,使得从像侧透镜表面 RA 的顶点到 C 面的光轴方向上的距离可变为 DT。

[0048] 孔径光阑 SP 是其开口直径可变的可变孔径光阑(虹彩光圈)。在图 13 的例子中,在望远端的开口直径比在广角端的开口直径小。在这种情况下,在望远端,孔径光阑 SP 仅变窄到形成开口的光阑片接近或轻微接触 A 透镜组的像侧透镜表面 RA 的状态。换句话说,在望远端的开口直径是与例如 11 的 F 数对应的孔径光阑 SP 的最小开口直径。距离 DT 被设定,使得形成该最小开口直径的光阑片可接近或轻微接触 A 透镜组的像侧透镜表面 RA。

[0049] 当孔径光阑 SP 是这种可变孔径光阑时,由于孔径光阑 SP 被提供有改变开口直径并具有一定量的光轴方向上的厚度的打开 / 关闭机构,因此必须提供在 B 透镜组和孔径光阑 SP 相互最接近的望远端在 B 透镜组和孔径光阑 SP 之间放置打开 / 关闭机构的空间。这

使得不能使 B 透镜组和孔径光阑 SP 充分地相互接近。

[0050] 但是,如图 13 所示,在望远端,A 透镜组接近孔径光阑 SP,直到其像侧透镜表面 RA 的至少一部分与孔径光阑 SP (C 面)相比突出到像侧的位置。这使得能够充分地减小 B 透镜组的物侧透镜表面 RB 和 A 透镜组的像侧透镜表面 RA 之间的光轴上的距离 DDT,透镜表面 RB 和 RA 被设置在孔径光阑 SP 的两侧。因此,可以获得增大在望远端的焦距(即,变焦倍率)的效果和减小变焦透镜的全长的效果。

[0051] 孔径光阑 SP 可以是其开口直径被固定(不可变)的固定孔径光阑。同样,在这种情况下,可以获得增大变焦倍率的效果和减小变焦透镜的全长的效果。

[0052] 如上所述,图 13 所示的变焦透镜能够减小设置在孔径光阑 SP 的两侧的 A 透镜组和 B 透镜组之间的最小距离。

[0053] 并且,在变焦期间可独立于各透镜组而移动的孔径光阑 SP 使得能够在广角端和望远端之间调整孔径光阑 SP 的位置,这使得可以抑制由于变焦导致的变焦透镜的出射光瞳的变动。并且,可变开口直径使得能够根据物体的亮度来控制开口直径,这使得可以增大在广角端的透镜开口直径。

[0054] 这里将参照图 15 详细描述在望远端的 A 透镜组和孔径光阑 SP 之间的光轴方向上的位置关系。在望远端,孔径光阑 SP (C 面)位于包含于 A 透镜组中的多个透镜表面之中的最像侧透镜表面(孔径光阑侧透镜表面,并且以下称为“像侧透镜表面”)a2 的顶点 a1 的光轴方向位置和像侧透镜表面 a2 的外边缘 a3 的光轴方向位置之间。外边缘 a3 是像侧透镜表面 a2 和边缘表面(外周柱形表面) a4 彼此相交的位置。

[0055] 虽然以上描述了 A 透镜组在望远端最接近孔径光阑 SP 的情况,但是 A 透镜组可在广角端最接近孔径光阑 SP。并且,虽然以上描述了变焦期间的 A 透镜组及 B 透镜组和孔径光阑 SP 之间的关系,但是,相同或类似的关系可以在无限远距离端(无限远距离对焦状态)和近距离端(近距离对焦状态)之间的聚焦期间成立。

[0056] 接下来,将描述本发明的具体实施例。

[0057] 以下的具体实施例包含其最物侧透镜组是负透镜组的所谓的负先导(negative-lead)变焦透镜和其最物侧透镜组是正透镜组的所谓的正先导(positive-lead)变焦透镜。

[0058] 图 1 示出作为本发明第一实施例(实施例 1)的变焦透镜的配置。该变焦透镜是负先导变焦透镜。

[0059] 图 3 示出作为本发明第二实施例(实施例 2)的变焦透镜的配置。该变焦透镜是正先导变焦透镜。

[0060] 图 5 示出作为本发明第三实施例(实施例 3)的变焦透镜的配置。该变焦透镜是正先导变焦透镜。

[0061] 图 7 示出作为本发明第四实施例(实施例 4)的变焦透镜的配置。该变焦透镜是负先导变焦透镜。

[0062] 图 9 示出作为本发明第五实施例(实施例 5)的变焦透镜的配置。该变焦透镜是负先导变焦透镜。

[0063] [实施例 1 和 4 的变焦透镜]

[0064] 实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个由从物侧到像侧依次布置的具有负折光力的

透镜组(第二透镜)L1n、孔径光阑 SP、具有正折光力的透镜组(第一透镜)L2n 和具有正折光力的透镜组 L3n 构成。

[0065] 附图标记 G 表示诸如水晶(crystal)低通滤波器或红外截止滤波器(infrared cutting filter)的玻璃块。附图标记 IP 表示像面(图像表面),在提供有变焦透镜的图像拾取装置中,在所述像面(图像表面)处设置诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的图像传感器(图像拾取元件或光电转换元件)的光接收表面。图像传感器光电转换由变焦透镜形成的物体图像(光学图像)。在实施例 2 至 5 中也包含玻璃块 G 和像面 IP。

[0066] 在从广角端到望远端的变焦期间,透镜组 L1n 一度(once)向像侧移动,并然后向物侧移动,并且,孔径光阑 SP 向物侧移动。透镜组 L2n 向物侧移动,并且,透镜组 L3n 向像侧移动。

[0067] 并且,在从广角端到望远端的变焦期间,透镜组 L1n 和孔径光阑 SP 之间的距离减小,孔径光阑 SP 和透镜组 L2n 之间的距离减小,并且,透镜组 L2n 和透镜组 L3n 之间的距离增大。

[0068] 实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个移动正透镜组 L2n 和正透镜组 L3n 以执行倍率的变动。并且,实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个使负透镜组 L1n 往复运动,以绘制向像侧凸起的移动轨迹,从而补偿由于倍率的变动导致的像面变动。

[0069] 另外,实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个是沿光轴方向移动透镜组 L3n 以执行聚焦的后聚焦(rear focus)变焦透镜。

[0070] 图中给透镜组 L3n 添加的实曲线 3a 和虚曲线 3b 分别示出其用于补偿由于无限远距离对焦状态中和近距离对焦状态中的倍率的变动所导致的像面变动的移动轨迹。

[0071] 并且,在望远端,当从无限远距离侧到近距离侧执行聚焦时,实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个如箭头 3c 所示的那样向物侧移动透镜组 L3n。

[0072] 在实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个中,孔径光阑 SP 可在变焦期间独立于各透镜组 L1n、L2n 和 L3n 而沿光轴方向移动。孔径光阑 SP 在广角端与透镜组 L2n 的最物侧透镜表面、即孔径光阑侧透镜表面相比位于物侧,并且,在望远端与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧。该配置使得能够充分地减小在望远端的透镜组 L1n 和透镜组 L2n 之间的距离,这可提供增大在望远端的焦距的效果和减小变焦透镜的全长的效果。

[0073] 并且,孔径光阑 SP 在广角端与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于物侧,并且在望远端与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧,这使得能够抑制变焦期间的变焦透镜的出射光瞳的位置变动。特别地,在广角端增大透镜组 L2n 和孔径光阑 SP 之间的距离(即,进一步使透镜组 L2n 远离孔径光阑 SP)使得可以使易于接近像面的出射光瞳远离像面。

[0074] 并且,增大透镜组 L2n 和孔径光阑 SP 之间的距离减小了透镜组 L1n 和孔径光阑 SP 之间的距离,这对于减小在广角端的透镜组 L1n 的直径(所谓的前透镜直径)是有效的。

[0075] 另外,孔径光阑 SP 的开口直径被改变以从广角端向望远端减小。在广角端的大的开口直径可实现在广角端的大的透镜开口直径。

[0076] 在望远端,孔径光阑 SP 可变窄到其光阑片接近或轻微接触透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面的状态。这可提供与例如 11 的 F 数对应的最小开口直径。这意味着:透镜组 L2n 可向物侧移动到这样的光轴方向位置,在所述光轴方向位置处,形成与 11 的 F 数对应的

开口直径的光阑片接近或轻微接触通过孔径光阑 SP 的开口与孔径光阑 SP 相比突出到物侧的透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面。这使得可以充分地减小透镜组 L1n 和 L2n 之间的距离。

[0077] 并且, 实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个具有导致轴外主光线(off-axis principal ray)向孔径光阑 SP 的开口的中心传播的负透镜组 L1n 的配置。在这种情况下, 特别是在广角端, 轴外主光线的折射量增大, 这容易导致轴外像差, 特别是像散。因此, 与通常的广角透镜同样, 实施例 1 和 4 的变焦透镜中的每一个具有可抑制前透镜直径增大的透镜组 L1n 的凹凸配置。为了抑制由轴外主光线的折射导致的轴外像差的产生, 构成透镜组 L1n 的凹(负)透镜 11 和凸(正)透镜 12 被形成使得具有其中心位于孔径光阑 SP 的开口的中心处的大致同心的球面形状。凹透镜 11 具有像侧凹表面, 并且, 凸透镜 12 具有包含物侧凸表面的弯月形状。

[0078] 为了防止由从透镜组 L1n 射出的轴外主光线的大的折射所导致的轴外像差的产生, 透镜组 L2n 的最物侧凸透镜 21 具有向物侧凸起的形状。为了还对于从透镜组 L1n 发散射出的轴向光线(axial rays)减少球面像差的产生量, 希望给凸透镜 21 提供这种向物侧凸起的形状。

[0079] [实施例 2 和 3 的变焦透镜]

[0080] 实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个由从物侧到像侧依次布置的具有正折光力的透镜组 L1p、具有负折光力的透镜组(第二透镜) L2p、孔径光阑 SP、具有正折光力的透镜组(第一透镜) L3p、具有负折光力的透镜组 L4p 和具有正折光力的透镜组 L5p 构成。

[0081] 在从广角端到望远端的变焦期间, 透镜组 L1p 和孔径光阑 SP 被移动以绘制向像侧凸起的移动轨迹, 并且, 透镜组 L2p 向像侧移动。透镜组 L3p 和 L4p 向物侧移动, 并且, 透镜组 L5p 被移动以绘制向物侧凸起的移动轨迹。透镜组 L1p 可在变焦期间被固定。

[0082] 实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个是沿光轴方向移动透镜组 L5p 以执行聚焦的后聚焦变焦透镜。

[0083] 图中给透镜组 L5p 添加的实曲线 5a 和虚曲线 5b 分别示出其用于补偿由于无限远距离对焦状态中和近距离对焦状态中的倍率的变动所导致的像面变动的移动轨迹。

[0084] 并且, 在望远端, 当从无限远距离侧到近距离侧执行聚焦时, 实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个如箭头 5c 所示的那样向物侧移动透镜组 L5p。

[0085] 实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个移动透镜组 L1p、L2p 和 L3p 以执行倍率的变动。透镜组 L1p 在从广角端到望远端的变焦期间向物侧的移动可在减小在广角端的透镜全长的同时提供高的倍率比。

[0086] 并且, 在从广角端到望远端的变焦期间, 采用透镜组 L1p 的导致它一度向像侧移动并然后向物侧移动的移动轨迹可减小中间变焦范围中的透镜全长。这使得可以减小在中间变焦范围中决定的透镜组 L1p 的有效直径, 由此减小前透镜直径。

[0087] 并且, 移动透镜组 L2p 以使其与在广角端相比在望远端位于像侧可对于透镜组 L2p 提供较大的倍率的变动的效果。

[0088] 并且, 移动透镜组 L3p 以使其与在广角端相比在望远端位于物侧可对于透镜组 L3p 提供较大的倍率的变动的效果。

[0089] 另外, 移动透镜组 L4p 以使其与在广角端相比在望远端位于物侧可提供作为聚焦

透镜组的透镜组 L5p 被移动的空间。

[0090] 在实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个中,孔径光阑 SP 可在变焦期间独立于各透镜组 L1p 至 L5p 而沿光轴方向移动。孔径光阑 SP 在广角端与透镜组 L3p 的最物侧透镜表面、即孔径光阑侧透镜表面相比位于物侧,并且,在望远端与透镜组 L3p 的孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧。该配置使得能够充分地减小在望远端的透镜组 L2p 和透镜组 L3p 之间的距离,这可提供增大在望远端的焦距的效果和减小变焦透镜的全长的效果。

[0091] 并且,孔径光阑 SP 在广角端与透镜组 L3p 的孔径光阑侧透镜表面相比位于物侧,并且在望远端与透镜组 L3p 的孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧,这使得能够抑制变焦期间的变焦透镜的出射光瞳的位置变动。特别地,在广角端增大透镜组 L3p 和孔径光阑 SP 之间的距离(即,进一步使透镜组 L3p 远离孔径光阑 SP)使得可以使易于接近像面的出射光瞳远离像面。

[0092] 并且,从广角端到中间变焦范围,使透镜组 L1p 和孔径光阑 SP 相互接近可减小前透镜直径。

[0093] 另外,孔径光阑 SP 的开口直径被改变以从广角端向望远端减小。在广角端的大的开口直径可实现在广角端的大的透镜开口直径。

[0094] 在望远端,孔径光阑 SP 可变窄到其光阑片接近或轻微接触透镜组 L3p 的孔径光阑侧透镜表面的状态。这可提供与例如 11 的 F 数对应的最小开口直径。这意味着:透镜组 L3p 可向物侧移动到这样的光轴方向位置,在所述光轴方向位置处,形成与 11 的 F 数对应的开口直径的光阑片接近或轻微接触通过孔径光阑 SP 的开口与孔径光阑 SP 相比突出到物侧的透镜组 L3p 的孔径光阑侧透镜表面。这使得可以充分地减小透镜组 L2p 和 L3p 之间的距离。

[0095] 并且,实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个具有导致轴外主光线向孔径光阑 SP 的开口的中心传播的负透镜组 L2p 的配置。在这种情况下,特别是在广角端,轴外主光线的折射量增加,这容易导致轴外像差,特别是像散。因此,与通常的广角透镜同样,实施例 2 和 3 的变焦透镜中的每一个具有可抑制前透镜直径增大的透镜组 L1p 的凹凸配置。为了抑制由轴外主光线的折射所导致的轴外像差的产生,构成透镜组 L2p 的凹(负)透镜 21 及 22 和凸(正)透镜 23 被形成使得具有其中心位于孔径光阑 SP 的开口的中心处的大致同心的球面形状。凹透镜 21 及 22 分别具有像侧凹表面,并且,凸透镜 23 具有包含物侧凸表面的弯月形状。

[0096] 为了防止由从透镜组 L2p 射出的轴外主光线的大的折射所导致的轴外像差的产生,透镜组 L3p 的最物侧凸透镜 31 具有向物侧凸起的形状。为了还对于从透镜组 L2p 发散射出的轴向光线减少球面像差的产生量,希望对于凸透镜 31 提供这种向物侧凸起的形状。

[0097] 为了在望远端与凸透镜 31 相比在像侧设置孔径光阑 SP,与透镜组 L2p 的凸透镜 23 的像侧(孔径光阑侧)透镜表面相比,必须对于透镜组 L3p 的凸透镜 31 的物侧(孔径光阑侧)透镜表面提供较大的曲率(即,较小的曲率半径)。

[0098] [实施例 5 的变焦透镜]

[0099] 实施例 5 的变焦透镜由从物侧到像侧依次布置的具有负折光力的透镜组 L1n、具有正折光力的透镜组(第一透镜)L2n、孔径光阑 SP 和具有正折光力的透镜组(第二透镜)L3n 构成。耀斑截止光阑(flare cutting stop)SP2 被设置在透镜组 L2n 的最物侧位置处。

[0100] 在从广角端到望远端的变焦期间,透镜组 L1n 一度向像侧移动并然后向物侧移动,并且,透镜组 L2n 向物侧移动。孔径光阑 SP 向物侧移动,并且,透镜组 L3n 向像侧移动。

[0101] 并且,在从广角端到望远端的变焦期间,透镜组 L1n 和透镜组 L2n 之间的距离减小,透镜组 L2n 和孔径光阑 SP 之间的距离减小,并且,孔径光阑 SP 和透镜组 L3n 之间的距离增大。

[0102] 实施例 5 的变焦透镜移动正透镜组 L2n 和正透镜组 L3n 以执行倍率的变动。并且,实施例 5 的变焦透镜使负透镜组 L1n 往复运动,以绘制向像侧凸起的移动轨迹,从而补偿由于倍率的变动所导致的像面变动。

[0103] 另外,实施例 5 的变焦透镜是沿光轴方向移动透镜组 L3n 以执行聚焦的后聚焦变焦透镜。

[0104] 图中给透镜组 L3n 添加的实曲线 3a 和虚曲线 3b 分别示出其用于补偿由于无限远距离对焦状态中和近距离对焦状态中的倍率的变动所导致的像面变动的移动轨迹。

[0105] 并且,在望远端,当从无限远距离侧到近距离侧执行聚焦时,实施例 5 的变焦透镜如箭头 3c 所示的那样向物侧移动透镜组 L3n。

[0106] 在实施例 5 的变焦透镜中,孔径光阑 SP 可在变焦期间独立于各透镜组 L1n 至 L3n 而沿光轴方向移动。孔径光阑 SP 在广角端与透镜组 L2n 的最像侧透镜表面、即孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧,并且,在望远端与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于物侧。该配置使得能够充分地减小从无限远距离侧到近距离侧的聚焦期间透镜组 L2n 和透镜组 L3n 之间的距离,这使得可以在望远端聚焦于较近距离物体上。

[0107] 并且,在实施例 5 的变焦透镜中,孔径光阑 SP 在广角端与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧,并且在望远端与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于物侧。对于增大在广角端的透镜开口直径、对于截止在广角端轴外光线的上光线所形成的耀斑以及对于截止在望远端轴外光线的下光线所形成的耀斑,该配置是有效的。

[0108] 如果想要在广角端在孔径光阑 SP 与透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面相比位于像侧的状态下增大透镜开口直径,那么根据决定轴向光线的位置来决定使得能够截止轴外光线的上光线的位置。使孔径光阑 SP 在一定程度上远离透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面使得可以截止轴外光线的上光线,并由此使得可以使孔径光阑 SP 接近出射光瞳。

[0109] 另一方面,将孔径光阑 SP 设置到不太远离透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面的位置使得不能截止轴外光线的上光线,但是使得可以使孔径光阑 SP 远离出射光瞳。因此,在广角端,考虑到轴外光线和出射光瞳的位置,希望将孔径光阑 SP 和透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面布置得在一定程度上相互离开。

[0110] 并且,在望远端,将孔径光阑 SP 设置得离开透镜组 L2n 促进轴外光线的下光线入射到孔径光阑 SP 中。因此,希望将孔径光阑 SP 设置得接近透镜组 L2n。

[0111] 另外,孔径光阑 SP 的开口直径被改变以从广角端向望远端减小。在广角端的大的开口直径可实现在广角端的大的透镜开口直径。

[0112] 在望远端,孔径光阑 SP 可变窄到其光阑片接近或轻微接触透镜组 L2n 的孔径光阑侧透镜表面的状态。这可提供与例如 11 的 F 数对应的最小开口直径。这意味着:可使透镜组 L2n 在像侧接近孔径光阑 SP,以使得形成与 11 的 F 数对应的开口直径的光阑片接近或轻微接触通过孔径光阑 SP 的开口与孔径光阑 SP 相比突出到像侧的透镜组 L2n 的孔径光阑侧

透镜表面。这使得可以充分地减小透镜组 L2n 和 L3n 之间的距离。

[0113] 并且,实施例 5 的变焦透镜具有导致轴外主光线向孔径光阑 SP 的开口的中心传播的负透镜组 L1n 的配置。在这种情况下,特别是在广角端,轴外主光线的折射量增加,这容易导致轴外像差,特别是像散。因此,与通常的广角透镜同样,实施例 5 的变焦透镜具有可抑制前透镜直径增大的透镜组 L1n 的凹凸配置。为了抑制由轴外主光线的折射所导致的轴外像差的产生,构成透镜组 L1n 的凹(负)透镜 11 和凸(正)透镜 12 被形成使得具有其中心位于孔径光阑 SP 的开口的中心处的大致同心的球面形状。凹透镜 11 具有像侧凹表面,并且,凸透镜 12 具有包含物侧凸表面的弯月形状。

[0114] 为了防止由从透镜组 L1n 射出的轴外主光线的大的折射所导致的轴外像差的产生,透镜组 L2n 的最物侧凸透镜 21 具有向物侧凸起的形状。为了还对于从透镜组 L1n 发散射出的轴向光线减少球面像差的产生量,希望对于凸透镜 21 提供这种向物侧凸起的形状。

[0115] 希望实施例 1-5 中的每一个的变焦透镜满足以下条件(1)-(4)中的至少一个。

[0116] 在以下条件中,在第二状态(图 12 和 13 所示的望远状态与图 14 和 15 所示的状态)中,X 表示第一透镜的孔径光阑侧表面的顶点(由图 14 中的 b1 和图 15 中的 a1 示出)和包含孔径光阑 SP 的开口并与光轴正交的 C 面之间的光轴方向上的距离。并且,L 表示第一透镜的孔径光阑侧表面的外边缘(由图 14 中的 b3 和图 15 中的 a3 示出)和第一透镜的孔径光阑侧表面的顶点之间的光轴方向上的距离。

[0117] 并且,DW 表示第一状态(图 12 和 13 所示的广角状态)中第一透镜的孔径光阑侧表面的顶点和 C 面之间的光轴方向上的距离,DT 表示第二状态中第一透镜的孔径光阑侧表面的顶点和 C 面之间的光轴方向上的距离。距离 DW 和 DT 沿光轴方向上的从第一透镜侧(一侧)向第二透镜侧(另一侧)的方向具有正(+)符号。

[0118] 另外, ϕW 表示第一状态中的孔径光阑 SP 的开口直径, ϕT 表示第二状态中的孔径光阑 SP 的开口直径。DDT 表示在望远端的第一透镜和第二透镜之间的光轴方向上的距离,FT 表示在望远端的变焦透镜(透镜装置)的整个系统的焦距。

[0119] $0 < X/L < 1.0 \dots (1)$

[0120] $-250.0 < DW/DT < -1.0 \dots (2)$

[0121]

$$1.0 < \phi W / \phi T < 2.0 \dots (3)$$

[0122] $0.0 < DDT/FT < 1.0 \dots (4)$

[0123] 如果 X/L 的值超出条件(1)的上限,那么孔径光阑 SP 被设置在透镜边缘表面上,并由此不能作用于调整光量的孔径光阑,这是不希望的。并且,在这种情况下,孔径光阑 SP 由于与变焦透镜中的其它机械结构的干涉而不能在物理上被放置。如果 X/L 的值降到条件(1)的下限之下,那么变得不能减小第一透镜和第二透镜之间的距离,这不希望地使得难以使变焦透镜小型化并增大其焦距。

[0124] 如果 DW/DT 的值降到条件(2)的下限之下以增加负(-)范围,那么,虽然从广角端到望远端的出射光瞳的位置变动被充分抑制,但是,在广角端的孔径光阑 SP 和第二透镜之间的距离被过量增加并由此增加进入第二透镜的轴向光线,这不希望地使得难以校正球面像差。并且,变得必须增加透镜的数量以校正球面像差,这增大变焦透镜的尺寸。如果 DW/DT 的值超出条件(2)的上限以减小负范围,那么出射光瞳的位置变动增大,并且,在广角端

的从前透镜到孔径光阑 SP 的距离增大,这不希望地增大前透镜的直径。

[0125] 如果 $\phi W/\phi T$ 的值超出条件(3)的上限,那么在广角端的孔径光阑 SP 的开口直径增大,并由此增加进入第二透镜的轴向光线,这不希望地使得难以校正球面像差。并且,为了校正球面像差,必须增加透镜的数量,这增大变焦透镜的尺寸。另外,由于开口直径在望远端减小,因此,进入孔径光阑 SP 的开口的第一透镜的孔径光阑侧透镜表面的量减小。这不希望地使得难以减小第一透镜和第二透镜之间的距离。如果 $\phi W/\phi T$ 的值降到条件(3)的下限之下,那么轴向光线在望远端过量地进入孔径光阑的开口,这不希望地使得难以校正球面像差。另外,与孔径光阑 SP 相比设置在像侧的透镜的直径被过量增大,这不希望地使得难以减小变焦透镜的尺寸。并且,在广角端的孔径光阑 SP 的开口直径被过量减小,并由此不能实现透镜开口直径的增大。

[0126] 如果 DDT/fT 的值超出条件(4)的上限,那么第一透镜和第二透镜之间的距离被过量增加,这不希望地增大变焦透镜全长。如果 DDT/fT 的值降到条件(4)的下限之下,那么第一透镜和第二透镜之间的距离被过量减小,这不希望地使得易于使透镜表面相互接触。

[0127] 更希望如下设定条件(1)~(4)的数值范围:

[0128] $0.005 < X/L < 0.8 \dots (1a)$

[0129] $-200.0 < DW/DT < -1.2 \dots (2a)$

[0130]

$$1.05 < \phi W/\phi T < 1.80 \dots (3a)$$

[0131] $0.0 < DDT/fT < 0.08 \dots (4a)$ 。

[0132] 进一步更希望如下设定条件(1)~(4)的数值范围:

[0133] $0.01 < X/L < 0.6 \dots (1b)$

[0134] $-197.0 < DW/DT < -1.40 \dots (2b)$

[0135]

$$1.07 < \phi W/\phi T < 1.60 \dots (3b)$$

[0136] $0.0 < DDT/fT < 0.06 \dots (4b)$ 。

[0137] 接下来,示出分别与实施例 1-5 对应的数值例 1-5。在各数值例中, i 表示从物侧计数的表面号, r_i 表示第 i 表面的曲率半径(mm),并且, d_i 表示第 i 表面和第 $(i+1)$ 表面之间的透镜厚度或空气中的距离(mm)。 n_i 和 v_i 分别表示透镜材料对于 d 线的折射率和阿贝常数(阿贝数)。另外,所有其它长度的单位为 mm,并且视角的单位为度。

[0138] 在各数值例中,两个最像侧表面与玻璃块 G 的入射表面和出射表面对应。

[0139] 并且, K 、 $A4$ 、 $A6$ 、 $A8$ 和 $A10$ 是非球面系数,这里“ $e \pm m$ ”意味着“ $\times 10^{\pm m}$ ”。非球面形状被如下表达,这里, x 表示自光轴的高度 h 处的相对于表面顶点的光轴方向位移量,并且 r 表示曲率半径:

$$[0140] \quad x = (h^2/r) / [1 + \{1 - (1+K)(h/r)^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}.$$

[0141] 在表 1 中集体示出数值例 1-5 (NE1-NE5) 中的条件(1)~(4)的值。

[0142] [数值例 1]

[0143] 数值例 1 示出与实施例 1 对应、并具有约 4.7 倍的倍率比和约 2.1-6.1 的开口比的变焦透镜。图 2 示出数值例 1 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。在像差图

中,d 表示 d 线的球面像差和畸变,g 表示 g 线的球面像差和色差。并且,S 表示弧矢像面中的像散,M 表示子午像面中的像散。

[0144] 表面数据

[0145]

表面 NO. : i	ri	di	ni	vi
1*	10240.325	0.90	1.84954	40.1
2*	6.228	2.99		
3	13.713	1.75	1.92286	18.9
4	34.779	(可变)		
5 (孔径光阑)	∞	(可变)		
6*	7.354	2.50	1.74330	49.3
7*	328.278	0.20		
8	5.806	1.86	1.45860	90.2
9	27.018	1.01	2.00330	28.3
10	3.938	1.03		
11	11.099	1.70	1.69350	53.2
12*	-30.368	(可变)		
13	19.685	1.70	1.69680	55.5
14	-1559.414	(可变)		
15	∞	1.05	1.51633	64.1
16	∞	(可变)		
像面	∞			

[0146] 非球面数据

[0147] 第 1 表面

[0148] K=-7.54512e+008 A4=-1.68880e-004

[0149] A6=3.88233e-006 A8=-4.33771e-008

[0150] A10=1.82770e-010

[0151] 第 2 表面

[0152] K=-2.03052e+000 A4=4.27922e-004

[0153] A6=-4.17442e-006 A8=1.23794e-007

[0154] A10=-1.62488e-009

[0155] 第 6 表面

[0156] K=-4.08747e-001 A4=-4.73185e-005

[0157] $A6 = -1.46451e-006$

[0158] 第 7 表面

[0159] $K = 4.06530e+002$ $A4 = 1.60052e-005$ [0160] $A6 = -1.50489e-007$

[0161] 第 12 表面

[0162] $K = 8.99077e+001$ $A4 = -1.37437e-004$ [0163] $A6 = -1.36274e-005$

[0164] 各种数据

[0165]

变焦比 4.71

	广角	中间	望远
焦距	5.36	15.28	25.21
F 数	2.06	5.00	6.08
视角	36.61	16.85	10.40
像高	3.98	4.63	4.63
透镜全长	44.33	41.81	50.90
后焦点 (back focus)	0.50	0.50	0.50
出射光瞳位置	-20.72	-109.04	149.80
d 4	18.78	4.29	1.41
d 5	0.30	0.05	-0.20
d12	4.51	16.73	28.95
d14	3.55	3.55	3.55
d16	0.50	0.50	0.50

[0166]

[0167] 透镜组数据

[0168]

组	开始表面	焦距 (mm)
1	1	-12.51
2	5	∞
3	6	12.24
4	13	27.91
5	15	∞

[0169] [数值例 2]

[0170] 数值例 2 示出与实施例 2 对应、并具有约 47.0 倍的倍率比和约 2.9-7.1 的开口比的变焦透镜。图 4 示出数值例 2 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0171] 表面数据

[0172]

表面 NO.:i	ri	di	ni	vi
1	105.237	1.80	1.80610	33.3
2	52.259	5.00	1.45860	90.2
3	-181.110	0.18		
4	45.218	3.05	1.59282	68.6
5	140.680	(可变)		
6	233.514	0.95	1.88300	40.8
7	8.692	4.85		
8	-34.059	0.70	1.77250	49.6
9	26.599	0.20		
10	16.879	2.35	1.92286	18.9
11	100.234	(可变)		
12 (孔径光阑)	∞	(可变)		
13*	10.061	3.65	1.55332	71.7

[0173]

14*	-71.895	1.51		
15	34.668	0.60	1.64769	33.8
16	10.601	0.38		
17	15.564	0.60	1.80400	46.6
18	8.388	2.55	1.48749	70.2
19	-35.536	(可变)		
20	49.646	0.70	1.48749	70.2
21	22.030	(可变)		
22	23.615	2.30	1.80610	33.3
23	-28.707	0.60	1.94595	18.0
24	-765.407	(可变)		
25	∞	0.80	1.51633	64.1
26	∞	(可变)		
像面	∞			

[0174] 非球面数据

[0175] 第 13 表面

[0176] K=-9.46687e-001 A4=1.53081e-005

[0177] A6=-3.34170e-007 A8=-3.17984e-008

[0178] A10=2.62605e-010

[0179] 第 14 表面

[0180] K=1.48852e+002 A4=6.03868e-005

[0181] A6=-1.87760e-007

[0182] 各种数据

[0183]

变焦比 47.05

	广角	中间	望远
焦距	4.42	14.24	208.00
F 数	2.87	5.00	7.07

[0184]

视角	37.01	15.23	1.07
像高	3.33	3.88	3.88
透镜全长	95.29	94.62	138.53
后焦点	0.50	0.50	0.50
出射光瞳位置	-115.97	-51.11	194.03
d 5	0.78	18.03	62.00
d11	34.65	14.04	1.01
d12	9.74	1.89	-0.50
d19	2.69	2.58	6.78
d21	4.29	5.45	27.49
d24	9.88	19.36	8.49
d26	0.50	0.50	0.50

[0185] 透镜组数据

[0186]

组	开始表面	焦距 (mm)
1	1	80.07
2	6	-9.49
3	12	∞
4	13	19.85
5	20	-81.92
6	22	32.63
7	25	∞

[0187] [数值例 3]

[0188] 数值例 3 示出与实施例 3 对应、并具有约 47.0 倍的倍率比和约 2.9-8.1 的开口比的变焦透镜。图 6 示出数值例 3 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0189] 表面数据

[0190]

表面 NO.:i	ri	di	ni	vi
----------	----	----	----	----

[0191]

1	105.315	1.80	1.80610	33.3
2	52.281	4.96	1.45860	90.2
3	-179.758	0.18		
4	45.282	3.03	1.59282	68.6
5	140.542	(可变)		
6	257.486	0.95	1.88300	40.8
7	8.736	4.81		
8	-34.227	0.70	1.77250	49.6
9	26.439	0.20		
10	16.882	2.24	1.92286	18.9
11	99.502	(可变)		
12 (孔径光阑)	∞	(可变)		
13*	10.061	3.09	1.55332	71.7
14*	-71.895	2.11		
15	35.243	0.60	1.64769	33.8
16	10.745	0.39		
17	16.117	0.60	1.80400	46.6
18	8.202	2.68	1.48749	70.2
19	-33.931	(可变)		
20	128.779	0.70	1.48749	70.2
21	32.325	(可变)		
22	23.992	2.29	1.80610	33.3
23	-29.278	0.60	1.94595	18.0
24	-629.042	(可变)		
25	∞	0.80	1.51633	64.1
26	∞	(可变)		
像面	∞			
[0192]	非球面数据			
[0193]	第 13 表面			
[0194]	K=-8.89575e-001	A4=2.05979e-005		

[0195] A6=-1.05915e-006 A8=-3.45753e-008
 [0196] A10=2.62605e-010
 [0197] 第 14 表面
 [0198] K=1.41738e+002 A4=7.10234e-005
 [0199] A6=-1.18052e-006
 [0200] 各种数据
 [0201]

变焦比 47.07

	广角	中间	望远
焦距	4.42	14.15	208.02
F 数	2.87	5.00	8.08
视角	37.02	15.31	1.07
像高	3.33	3.88	3.88
透镜全长	95.31	94.60	138.54
后焦点	0.50	0.50	0.50
出射光瞳位置	-112.81	-51.26	194.66
d 5	0.78	17.96	62.11
d11	34.97	14.32	0.94
d12	9.78	2.01	-0.05
d19	2.49	2.50	6.87
d21	3.97	5.09	26.95
d24	10.10	19.50	8.50
d26	0.50	0.50	0.50

[0202] 透镜组数据

[0203]

组	开始表面	焦距 (mm)
1	1	80.12

[0204]

2	6	-9.49
3	12	∞
4	13	20.14
5	20	-88.74
6	22	32.84
7	25	∞

[0205] [数值例 4]

[0206] 数值例 4 示出与实施例 4 对应、并具有约 4.7 倍的倍率比和约 1.8-6.1 的开口比的变焦透镜。图 8 示出数值例 4 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0207] 表面数据

[0208]

表面 NO.:i	ri	di	ni	vi
1*	∞	0.90	1.84954	40.1
2*	6.466	3.05		
3	13.812	1.75	1.92286	18.9
4	32.567	(可变)		
5 (孔径光阑)	∞	(可变)		
6*	7.326	2.50	1.74330	49.3
7*	12926.791	0.20		
8	5.590	2.05	1.45860	90.2
9	23.950	0.50	2.00330	28.3
10	4.043	1.25		
11	12.841	1.70	1.69350	53.2
12*	-41.318	(可变)		
13	21.428	1.70	1.69680	55.5
14	-291.759	(可变)		
15	∞	1.05	1.51633	64.1
16	∞	(可变)		

[0209] 像面

[0210] 非球面数据

[0211] 第 1 表面

[0212] K=-7.54512e+008 A4=-1.57884e-004

[0213]	A6=3.99990e-006	A8=-4.60508e-008
[0214]	A10=1.91636e-010	
[0215]	第 2 表面	
[0216]	K=-2.11313e+000	A4=4.29499e-004
[0217]	A6=-3.53813e-006	A8=1.22486e-007
[0218]	A10=-1.73905e-009	
[0219]	第 6 表面	
[0220]	K=-2.92940e-001	A4=-5.00720e-005
[0221]	A6=-2.09230e-006	
[0222]	第 7 表面	
[0223]	K=8.11282e+006	A4=6.57682e-005
[0224]	A6=-9.86821e-007	
[0225]	第 12 表面	
[0226]	K=1.54107e+002	A4=-6.97739e-005
[0227]	A6=-1.03987e-005	
[0228]	各种数据	
[0229]		

变焦比 4.71

	广角	中间	望远
焦距	5.36	15.30	25.24
F 数	1.80	5.00	6.08
视角	36.60	16.83	10.39
像高	3.98	4.63	4.63
透镜全长	45.40	42.08	50.90
[0230]			
后焦点	0.50	0.50	0.50
出射光瞳位置	-32.10	-138.17	179.35
d 4	16.13	2.82	1.65
d 5	4.00	1.90	-0.20
d12	4.57	16.66	28.75
d14	3.55	3.55	3.55
d16	0.50	0.50	0.50
[0231]	透镜组数据		
[0232]			

组	开始表面	焦距 (mm)
1	1	-12.74
2	5	∞
3	6	12.44
4	13	28.71
5	15	∞

[0233] [数值例 5]

[0234] 数值例 5 示出与实施例 5 对应、并具有约 4.7 倍的倍率比和约 1.8-7.1 的开口比的变焦透镜。图 10 示出数值例 5 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0235] 表面数据

[0236]

表面 NO.:i	ri	di	ni	vi
1*	19712.592	0.90	1.84954	40.1
2*	6.198	3.12		
3	13.653	1.75	1.92286	18.9
4	32.321	(可变)		
5 (孔径光阑 2)	∞	(可变)		
6*	7.421	2.50	1.74330	49.3
7*	21506.640	0.20		

[0237]

8	5.528	2.20	1.45860	90.2
9	29.152	0.50	2.00330	28.3
10	4.076	1.36		
11	12.158	1.70	1.69350	53.2
12*	-40.155	(可变)		
13 (孔径光阑)	∞	(可变)		
14	18.733	1.70	1.69680	55.5
15	1382.499	(可变)		
16	∞	1.05	1.51633	64.1
17	∞	(可变)		
像面	∞			

[0238] 非球面数据

[0239] 第 1 表面

[0240] $K=-7.54512e+008$ $A4=-2.00199e-004$

[0241] $A6=4.38478e-006$ $A8=-4.09465e-008$

[0242] $A10=1.23737e-010$

[0243] 第 2 表面

[0244] $K=-2.01838e+000$ $A4=4.15123e-004$

[0245] $A6=-5.93056e-006$ $A8=2.17447e-007$

[0246] $A10=-2.68209e-009$

[0247] 第 6 表面

[0248] $K=-3.37014e-001$ $A4=-3.29573e-005$

[0249] $A6=-8.25253e-007$

[0250] 第 7 表面

[0251] $K=2.17850e+007$ $A4=6.09128e-005$

[0252] $A6=-4.64292e-007$

[0253] 第 12 表面

[0254] $K=1.51515e+002$ $A4=1.78466e-005$

[0255] $A6=4.71363e-006$

[0256] 各种数据

[0257]

变焦比		4.71		
		广角	中间	望远
焦距		5.35	15.30	25.24
F 数		1.80	5.00	7.07
视角		36.63	16.83	10.39
像高		3.98	4.63	4.63
透镜全长		44.97	42.06	50.90
后焦点		0.50	0.50	0.50
出射光瞳位置		-9.78	-50.96	17.48
d 4		19.07	4.41	1.50
d 5		0.30	0.05	-0.20
d12		1.02	0.48	-0.05
d13		4.70	17.24	29.77
d15		2.40	2.40	2.40
d17		0.50	0.50	0.50
[0258]	透镜组数据			
[0259]				
组		开始表面	焦距 (mm)	
1		1	-12.14	
2		5	∞	
3		6	12.18	
4		13	∞	
5		14	27.24	
6		16	∞	
[0260]	在望远端的到物侧的聚焦移动量(自前透镜 14mm)			28.47mm
[0261]	[表 1]			

[0262]

条件	(1)~(4)		(1a)~(4a)		(1b)~(4b)						
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	NE1	NE2	NE3	NE4	NE5
$ X / U $	0.00	1.00	0.005	0.50	0.01	0.50	0.14	0.56	0.04	0.09	0.02
X							0.20	0.50	0.05	0.20	-0.05
L							1.437	0.891	1.333	2.111	2.600
DW/DT	-250.00	-1.00	-200.00	-1.20	-197.00	-1.40	-1.500	-19.482	-195.877	-20.042	-1.489
DW							0.300	9.741	9.779	4.000	0.300
DT							-0.200	-0.500	-0.050	-0.200	-0.200
$\phi W/\phi T$	1.00	2.00	1.05	1.90	1.07	1.80	1.171	1.079	1.256	1.2258	1.569
ϕW							7.717	6.683	6.841	8.109	8.970
ϕT							6.588	6.377	5.484	6.615	5.718
DDT/DT	0.00	1.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.048	0.002	0.004	0.057	0.045
DDT							1.208	0.414	0.886	1.448	1.130
DT							25.21	208.00	208.03	25.24	25.24

[0263] 接下来,将参照图 11 描述被提供有图像拍摄光学系统的数字照相机(图像拾取装置),所述图像拍摄光学系统由作为实施例 1-5 中描述的变焦透镜中的任一个的变焦透镜构成。

[0264] 在图 11 中,附图标记 120 表示照相机体,附图标记 121 表示由实施例 1-5 中的任一个中描述的变焦透镜构成的图像拍摄光学系统。

[0265] 附图标记 122 表示光电转换由图像拍摄光学系统 121 形成的物体图像的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的图像传感器。附图标记 123 表示记录基于来自图像传感器 122 的输出信号而产生的图像数据的记录介质。附图标记 124 表示使得用户观察在显示器件(未示出)上显示的图像的电子取景器。

[0266] 如上所述,对于诸如数字照相机的图像拾取装置提供实施例 1-5 中的每一个中描述的变焦透镜使得能够在尺寸小的同时实现高的光学性能。

[0267] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但要理解,本发明不限于公开的示例性实施例。所附的权利要求的范围要被赋予最宽的解释,以包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

[0268] 本申请要求在 2010 年 8 月 20 日提交的日本专利申请 No. 2010-185184 的益处,在此通过参考而并入其全部内容。

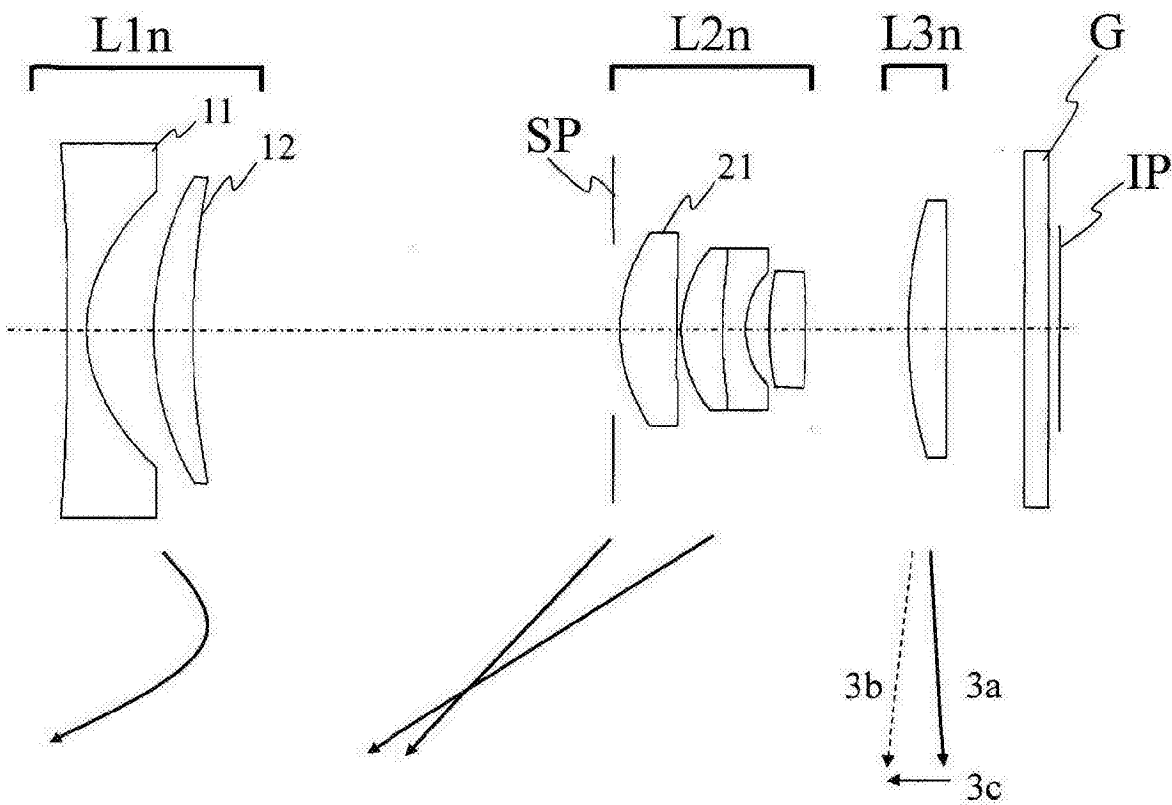


图 1

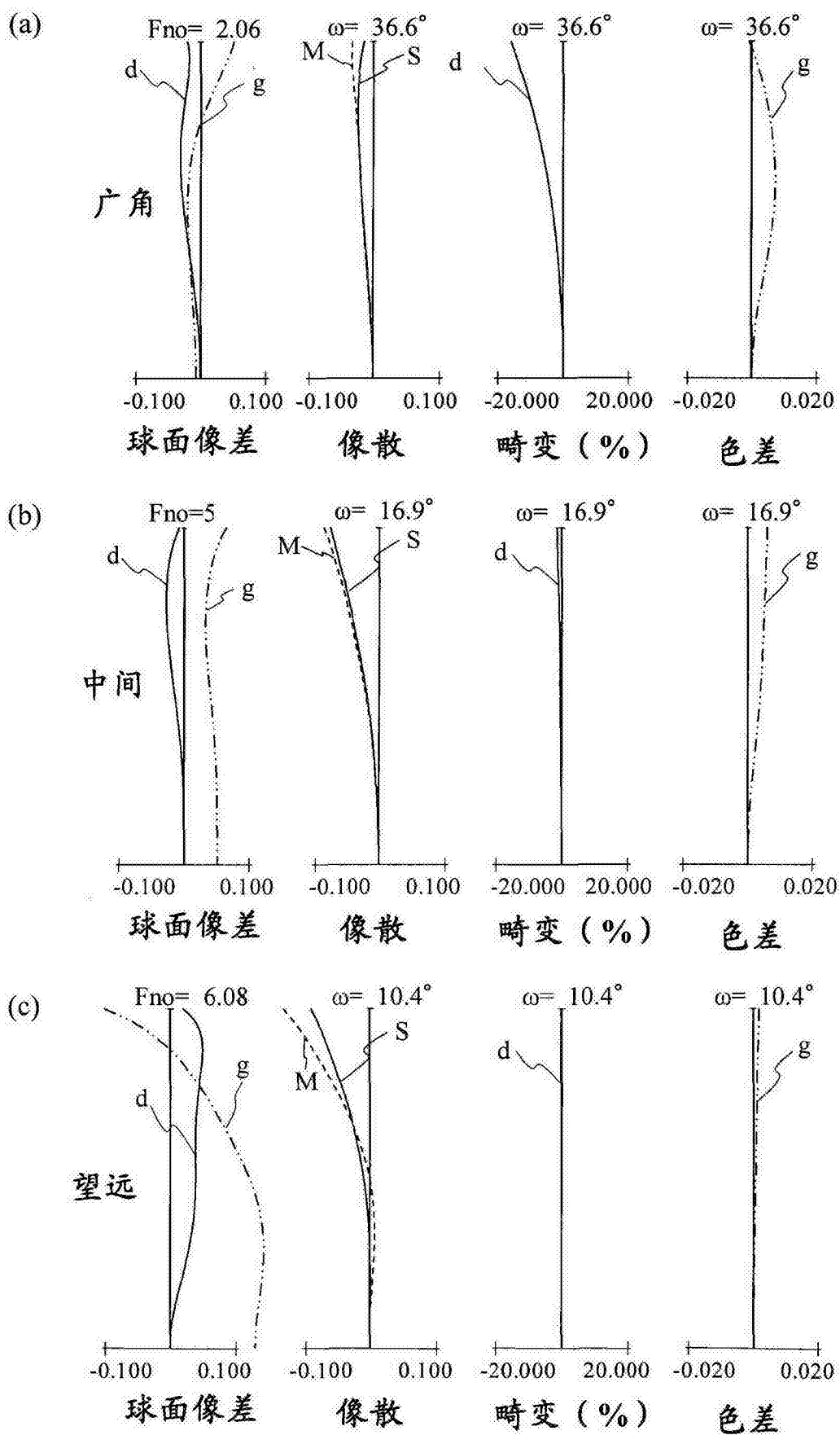


图 2

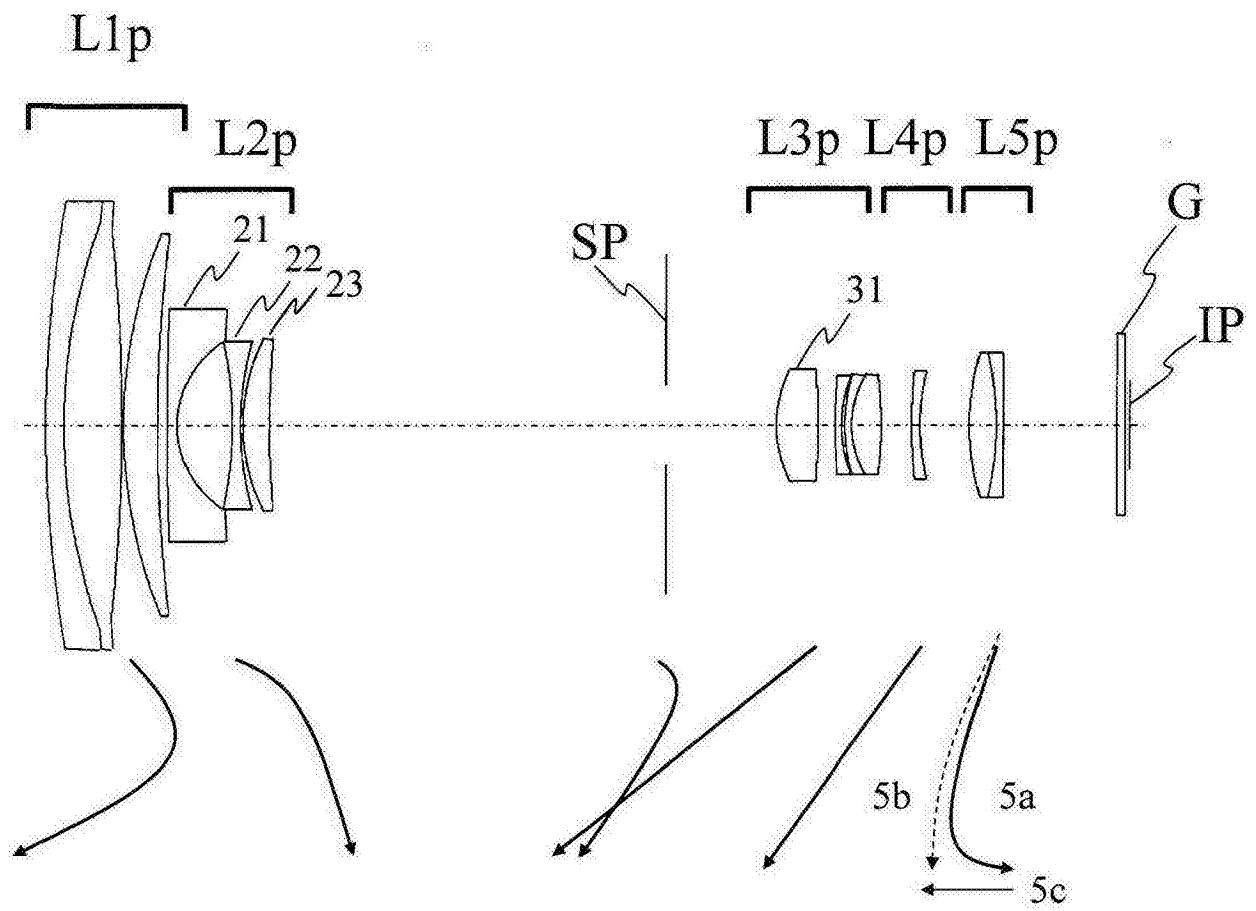


图 3

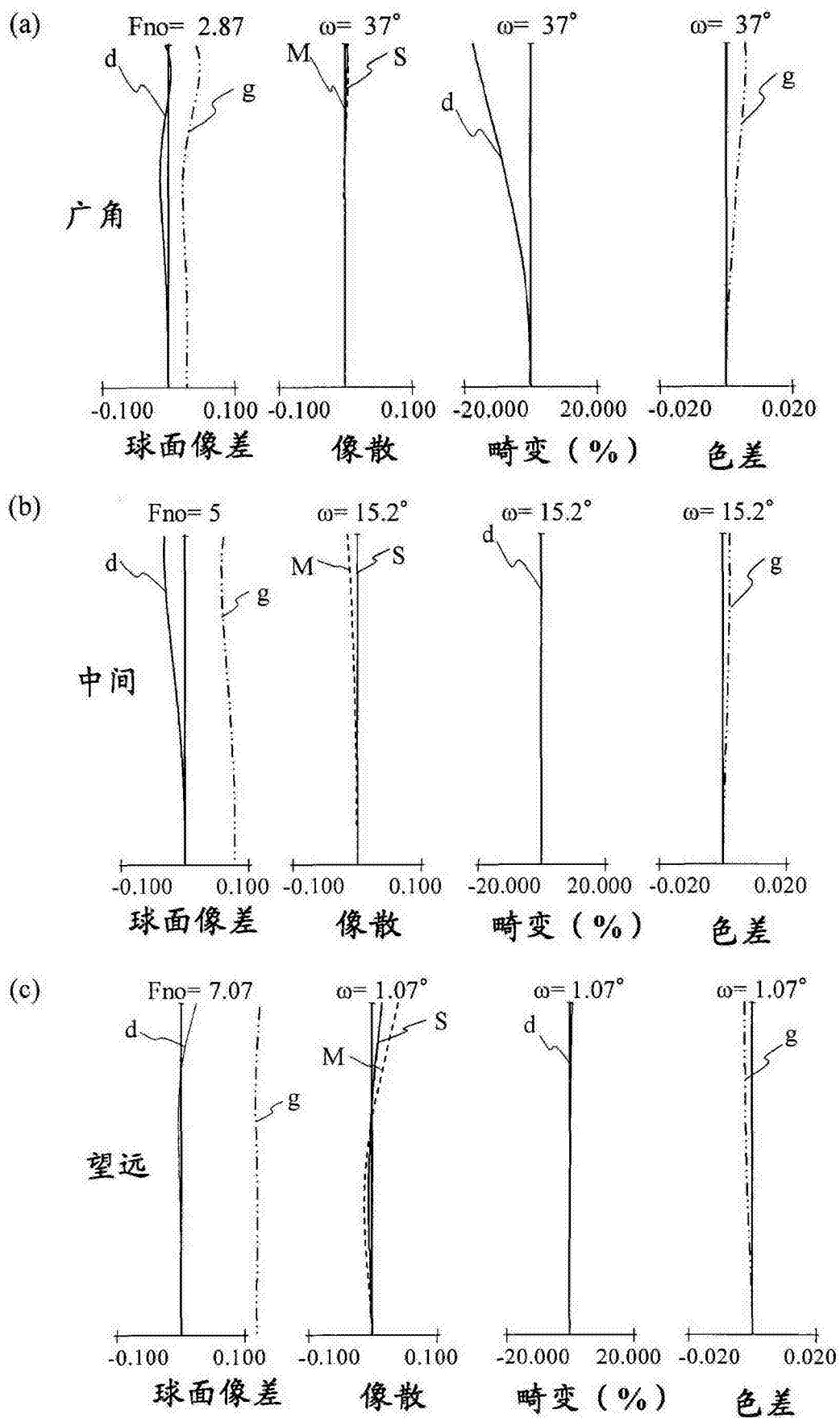


图 4

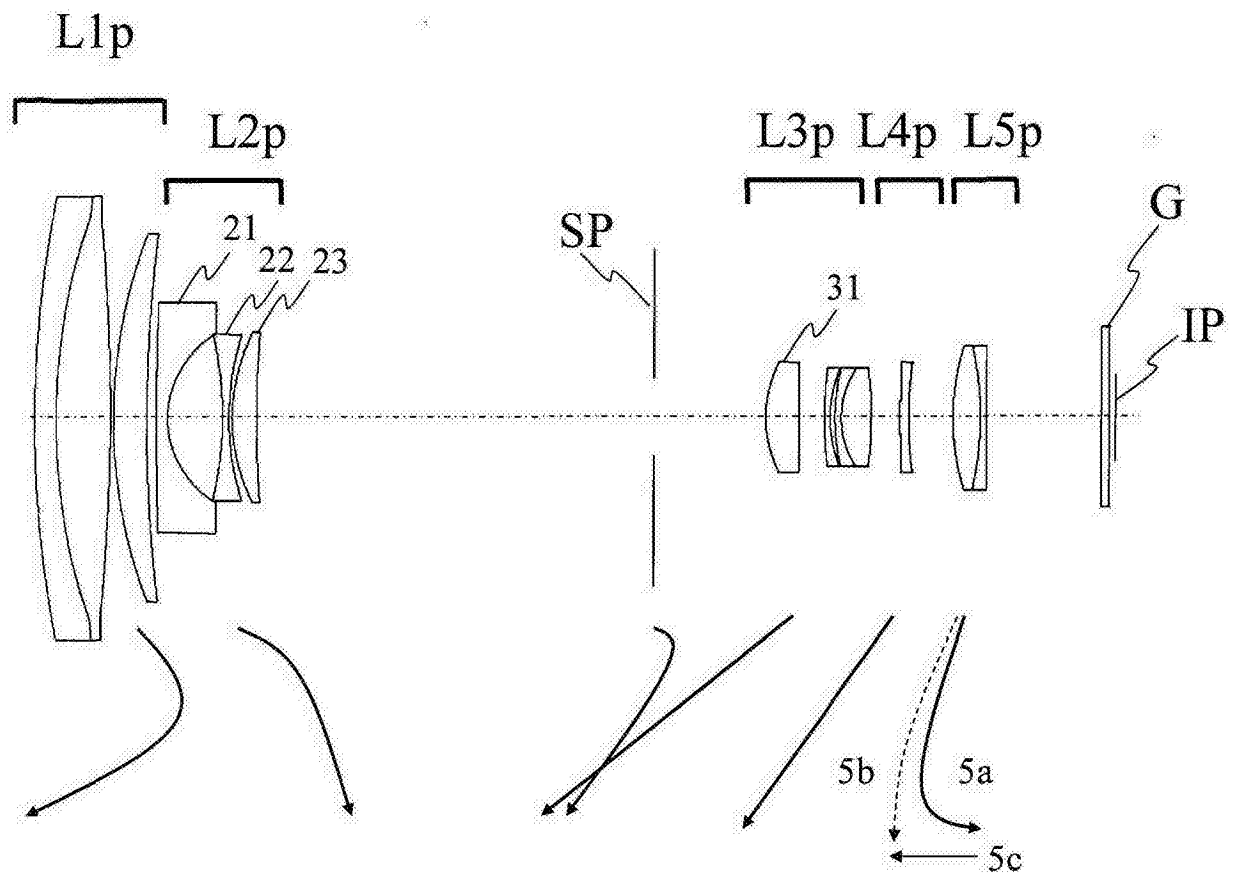


图 5

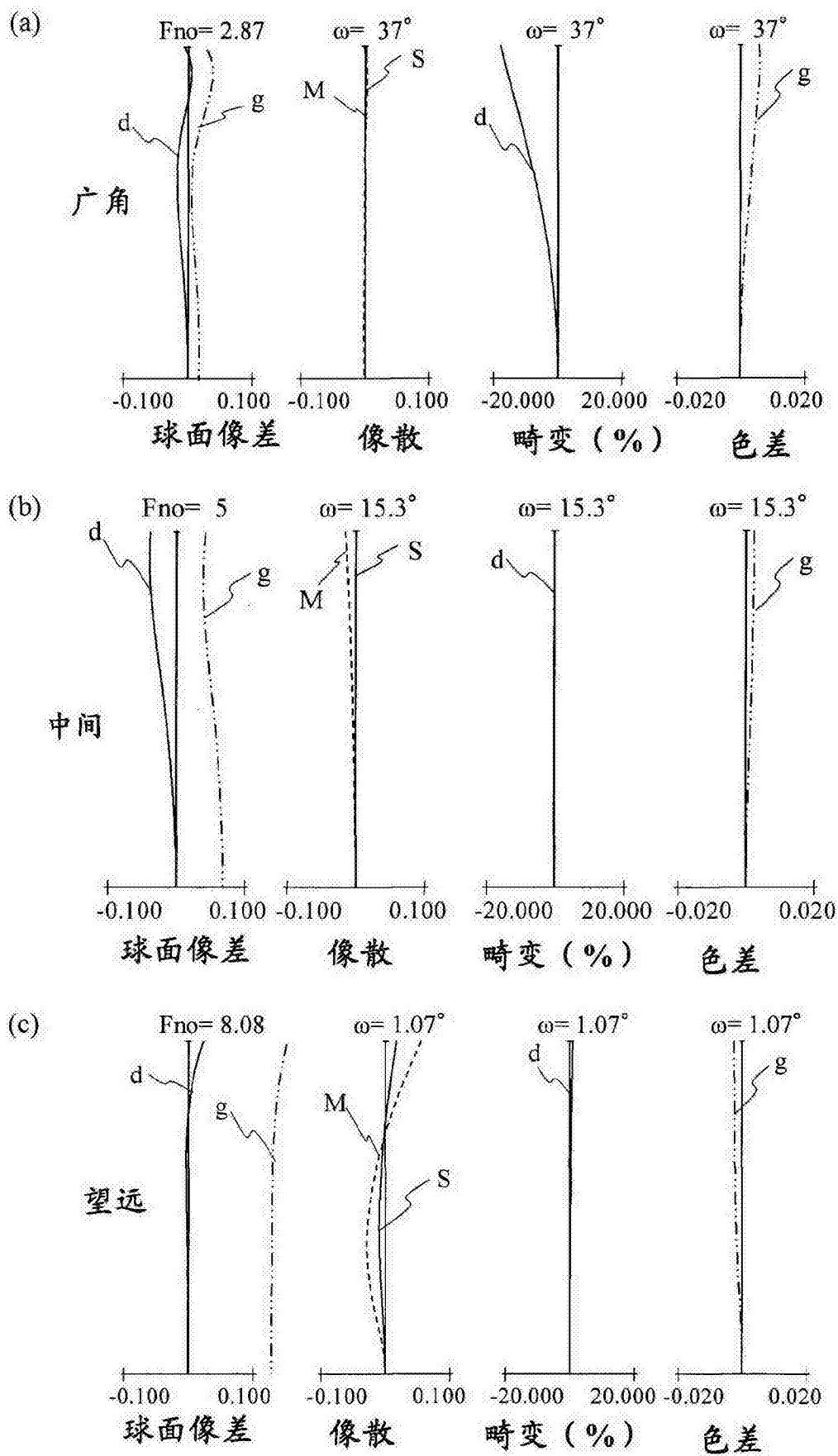


图 6

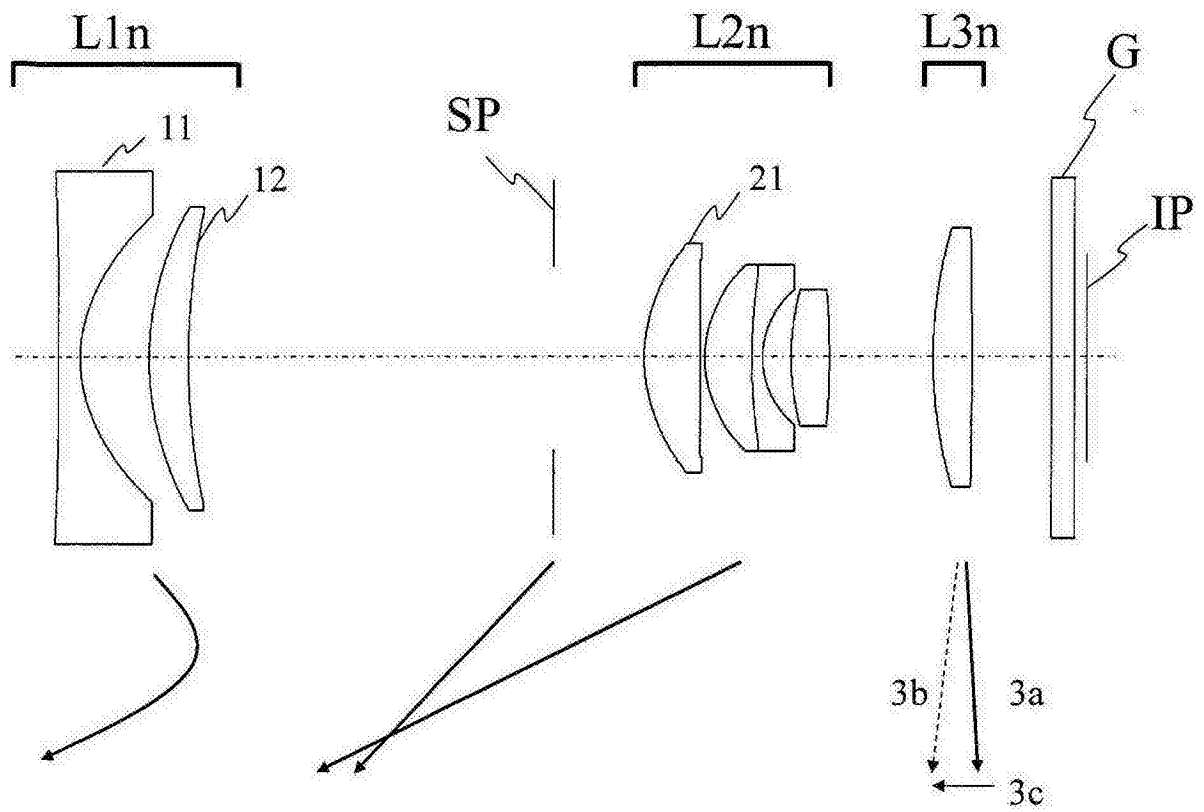


图 7

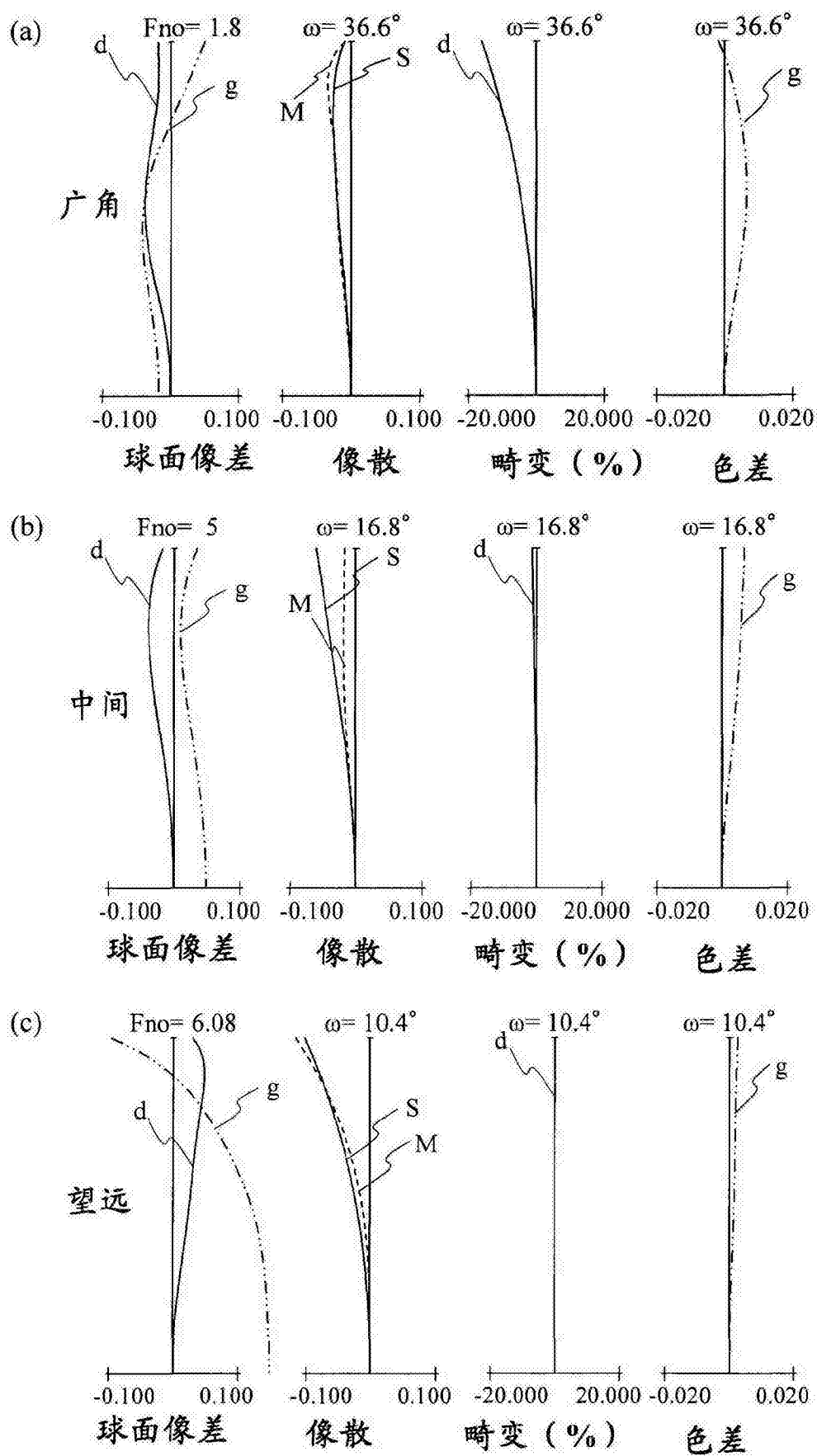


图 8

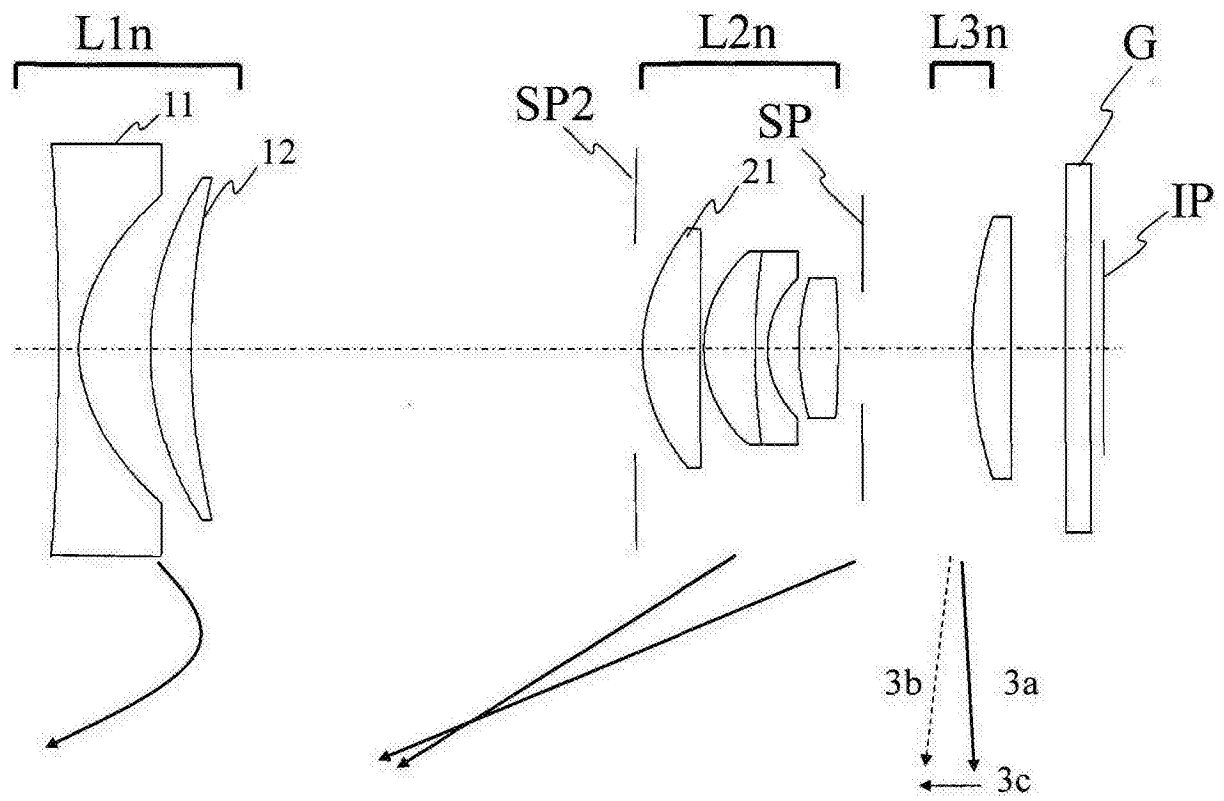


图 9

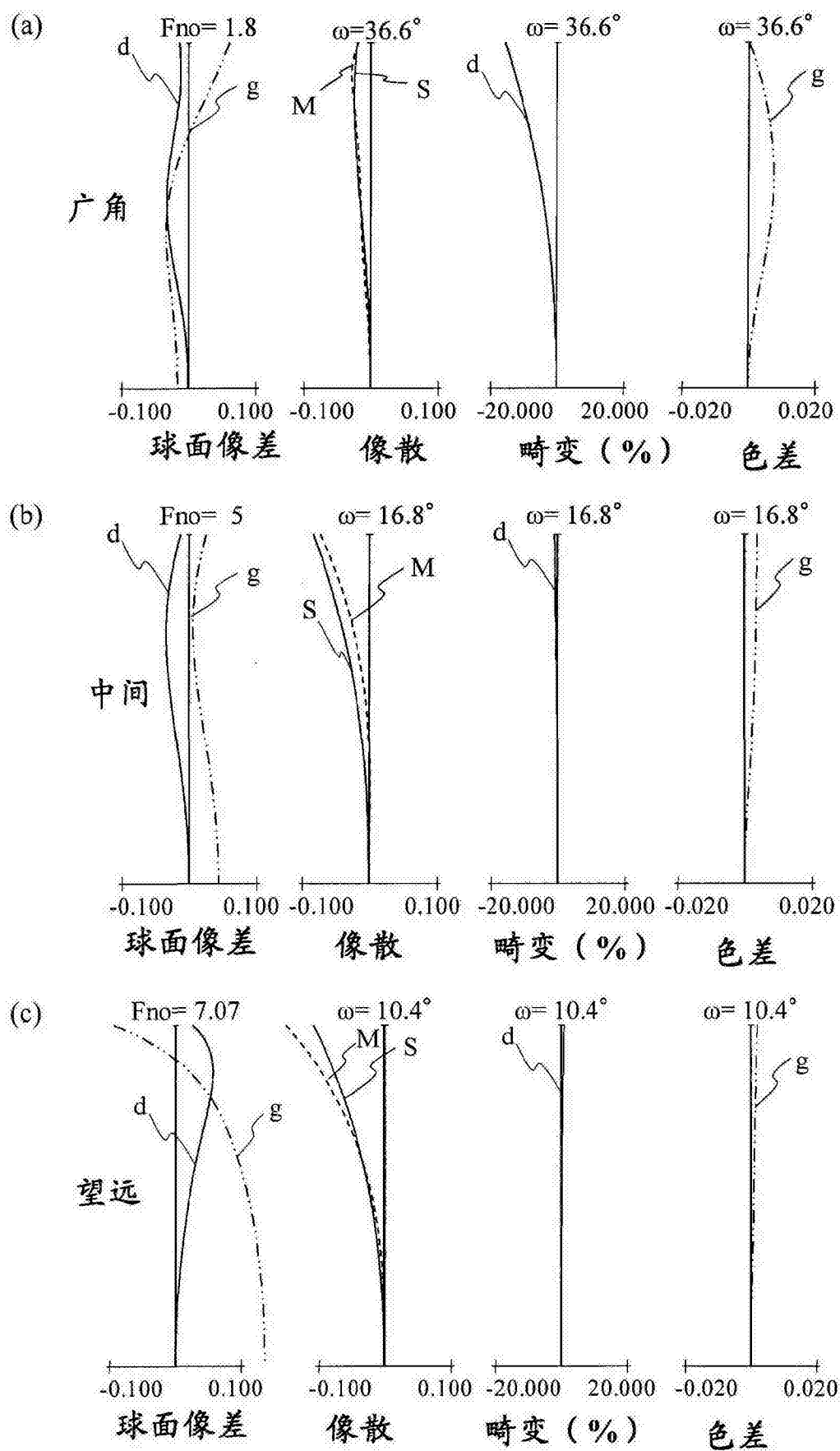


图 10

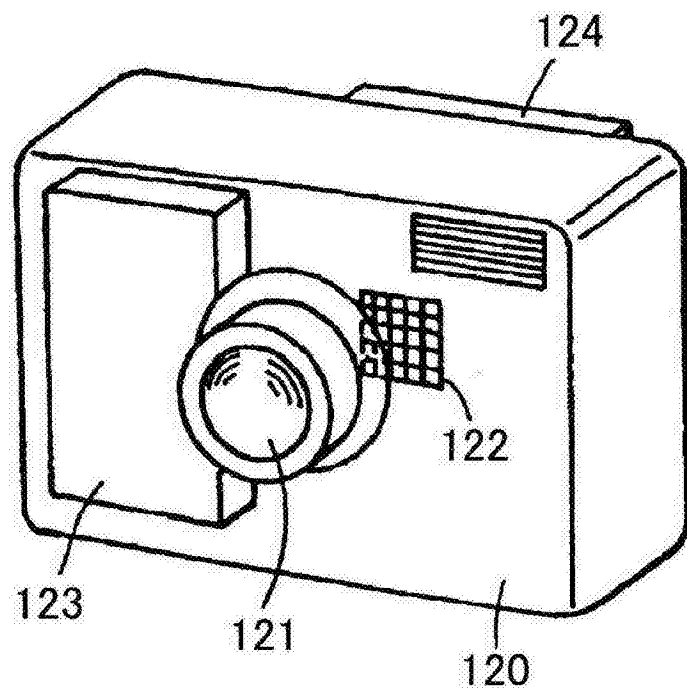


图 11

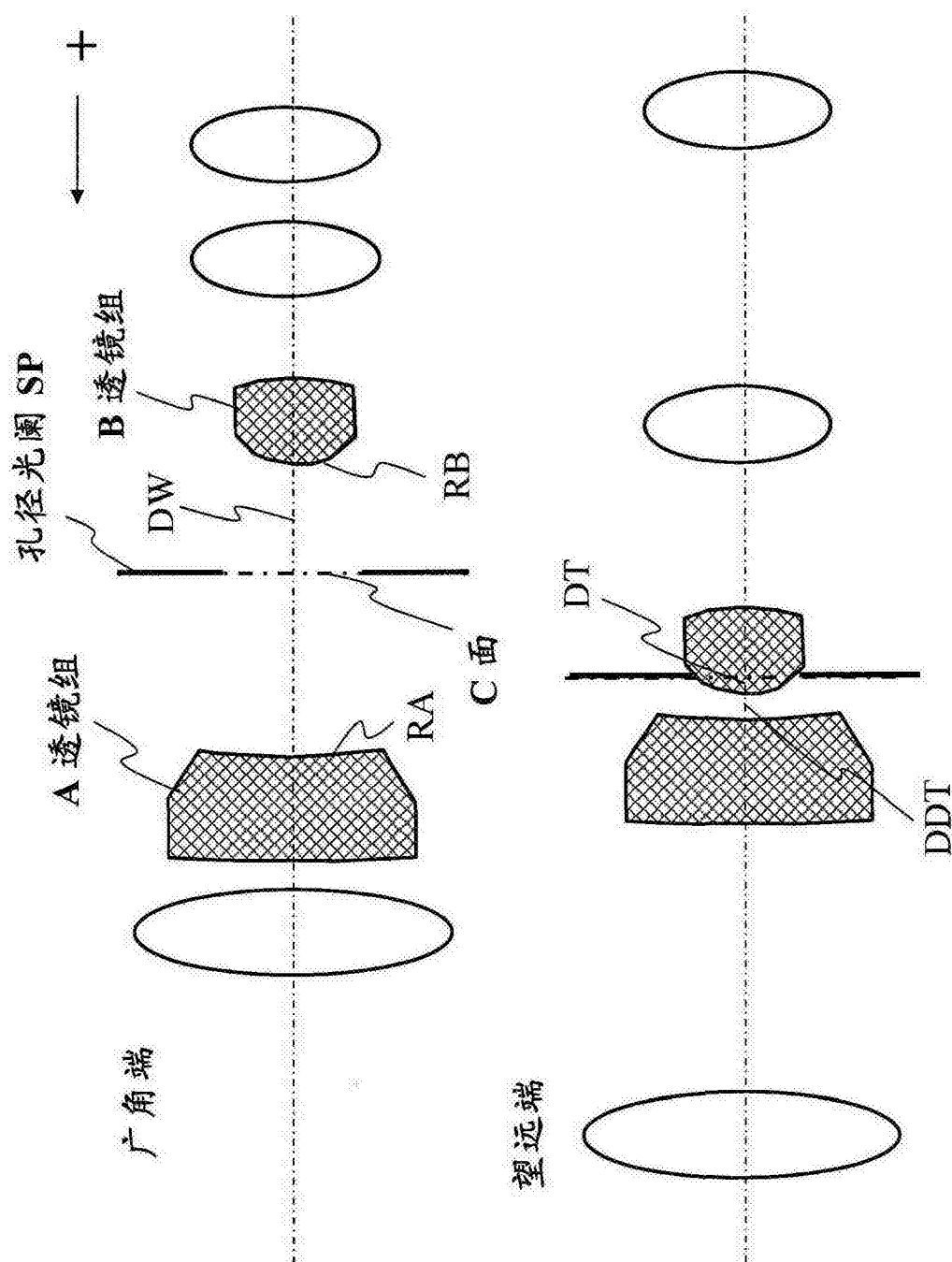


图 12

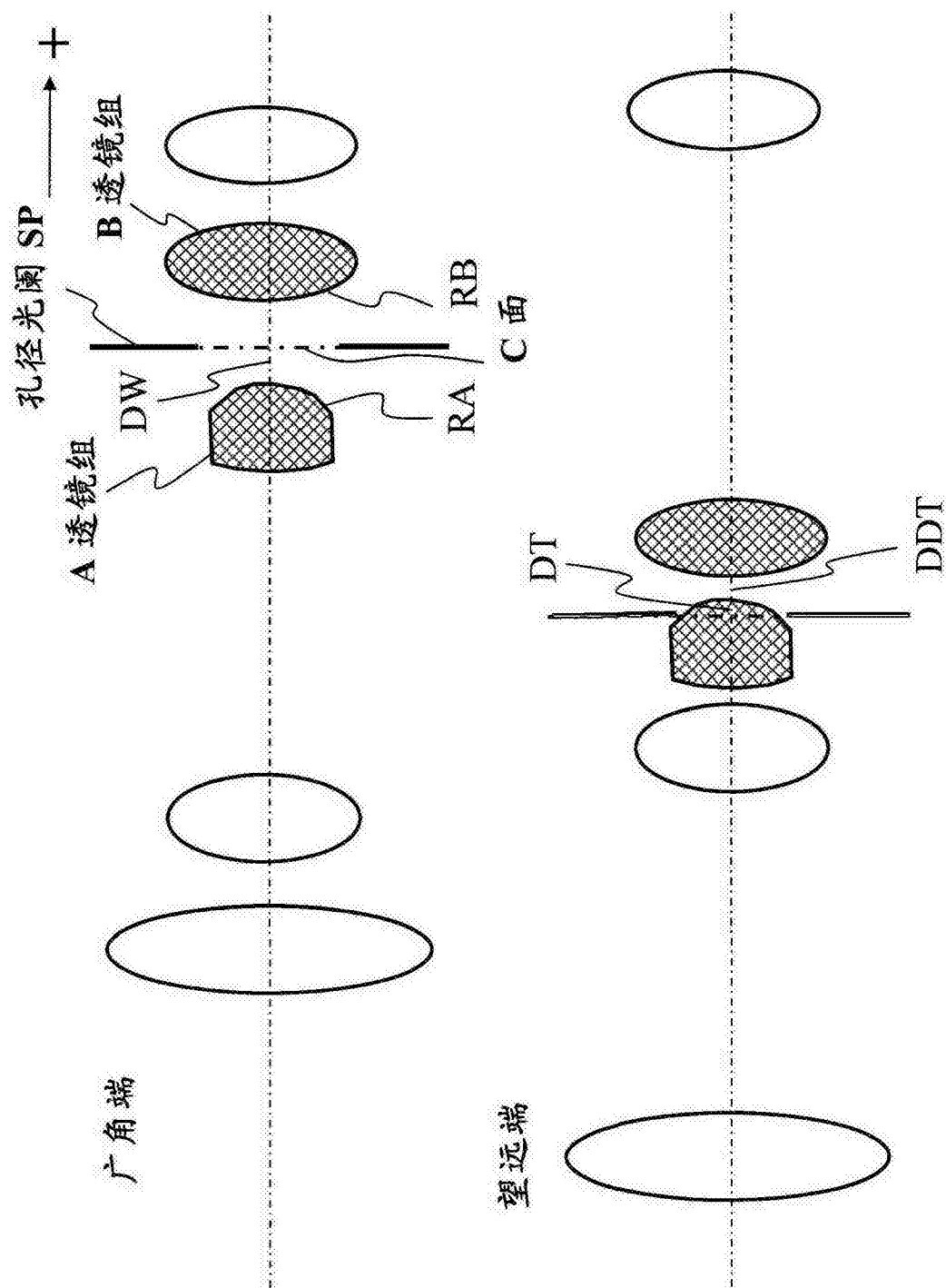


图 13

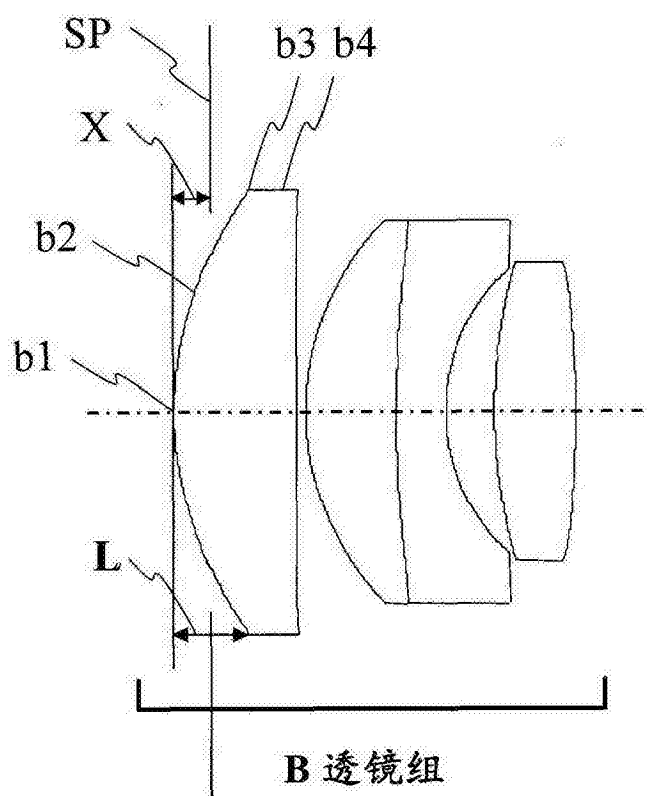


图 14

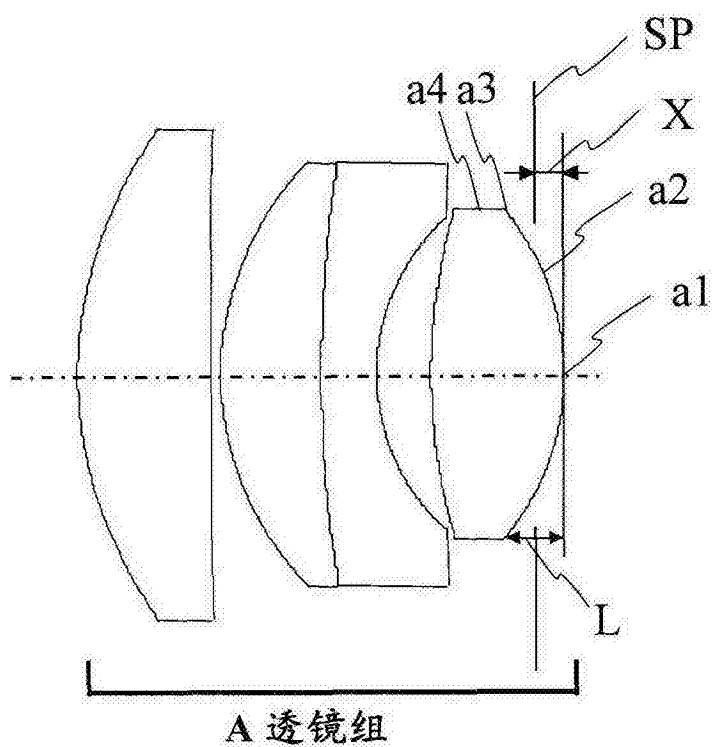


图 15