



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103858045 B

(45) 授权公告日 2016.02.24

(21) 申请号 201280042359.4  
 (22) 申请日 2012.08.28  
 (30) 优先权数据  
 2011-185741 2011.08.29 JP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2014.02.28  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2012/005373 2012.08.28  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02013/031179 JA 2013.03.07  
 (73) 专利权人 富士胶片株式会社  
 地址 日本国东京都  
 (72) 发明人 齐藤广树 长伦生 伊藤彻  
 (74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
 公司 11021  
 代理人 汤雄军

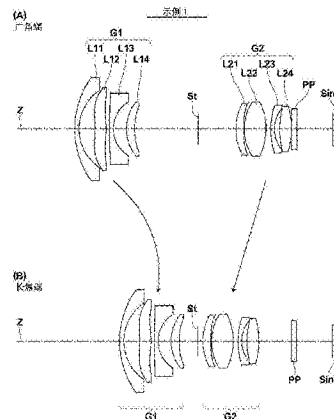
(51) Int. Cl.  
*G02B 15/16*(2006.01)  
*G02B 13/18*(2006.01)  
*G03B 5/00*(2006.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 101650466 A, 2010.02.17,  
 US 2004/0207929 A1, 2004.10.21,  
 CN 1755412 A, 2006.04.05,  
 JP 特开 2004-212913 A, 2004.07.29,  
 US 2005/0078380 A1, 2005.04.14,  
 审查员 程浩

权利要求书2页 说明书32页 附图13页

(54) 发明名称  
 变焦镜头和成像设备

(57) 摘要

在具有两个透镜结构的变焦镜头中,为了实现尺寸减小并令人满意地校正像差。一种变焦镜头,其中具有负折射本领的第一透镜组(G1)和具有正折射本领的第二透镜组(G2)从物体侧顺序地设置,并且通过移动第一透镜组(G1)和第二透镜组(G2)改变放大倍率,其中第一透镜组由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜(L11)、第二透镜(L12)、具有负折射本领的第三透镜(L13)和具有正折射本领的第四透镜(L14)构成。在 $f_w$ 是整个系统在广角端处的焦距, $f_1$ 是第一透镜组(G1)的焦距,并且 $f_2$ 是第二透镜组(G2)的焦距的情况下,变焦镜头满足以下条件公式: $(1-1):0.30 < f_w/f_2 < 0.43$ 和 $(2-1)0.39 < |f_w/f_1| < 0.65$ 。



CN 103858045 B

1. 一种变焦镜头,由以下透镜组构成:  
具有负折射本领的第一透镜组;和  
具有正折射本领的第二透镜组,所述第一透镜组和所述第二透镜组从物体侧顺序地设置;

第一透镜组和第二透镜组移动以改变放大倍率;

第一透镜组由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜、具有正折射本领的第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜构成;并且

该变焦镜头满足以下条件公式:

$$0.00 < f_w/f_2 < 0.43 \quad (1-3)$$

$$0.00 < |f_w/f_1| < 0.65 \quad (2-5)$$

其中  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距,  $f_1$  是第一透镜组的焦距, 以及  $f_2$  是第二透镜组的焦距。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦镜头, 其中焦距  $f_w$ 、 $f_1$ 、以及  $f_2$  满足以下条件公式中的至少一个:

$$0.20 < f_w/f_2 < 0.35 \quad (1-4)$$

$$0.40 < |f_w/f_1| < 0.50 \quad (2-2)。$$

3. 根据权利要求 1 所述的变焦镜头, 其中焦距  $f_w$  和  $f_2$  满足以下条件公式:

$$0.31 < f_w/f_2 < 0.35 \quad (1-2)。$$

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$-0.11 < f_w/f_{G12} < 0.12 \quad (3)$$

其中  $f_{G12}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第二透镜的焦距, 以及  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距。

5. 根据权利要求 4 所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$-0.01 < f_w/f_{G12} < 0.06 \quad (3')。$$

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$0.56 < |f_1/f_2| < 1.04 \quad (4)$$

其中  $f_1$  是第一透镜组的焦距, 以及  $f_2$  是第二透镜组的焦距。

7. 根据权利要求 6 所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$0.70 < |f_1/f_2| < 0.80 \quad (4')。$$

8. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$-0.19 < f_1/f_{G12} < 0.50 \quad (5)$$

其中  $f_1$  是第一透镜组的焦距, 以及  $f_{G12}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第二透镜的焦距。

9. 根据权利要求 8 所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$-0.15 < f_1/f_{G12} < 0.30 \quad (5')。$$

10. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头, 所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$0.20 < H_{G12F} \cdot \{(1/r'_{G12F}) - (1/r''_{G12F})\} \quad (6)$$

其中  $H_{G12F}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第二透镜的朝向物体侧的表面的最大有效半径,  $r'_{G12F}$  是经过该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心和在距离光轴高度  $H_{G12F}$  处的点的

球面表面在以该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心作为该球面表面的顶点时的曲率半径,以及  $r''_{G12F}$  是经过该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心和在距离光轴高度  $H_{G12F} \cdot 0.5$  处的点的球面表面在以该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心作为该球面表面的顶点时的曲率半径。

11. 根据权利要求 10 所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$0.20 < H_{G12F} \cdot \{(1/r'_{G12F}) - (1/r''_{G12F})\} < 0.50 \quad (6')$$

12. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$2.0 < (r_{G12F} + r_{G12R}) / (r_{G12F} - r_{G12R}) < 30.0 \quad (7)$$

其中  $r_{G12F}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第二透镜的朝向物体侧的表面的近轴曲率半径,而  $r_{G12R}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第二透镜的朝向图像侧的表面的近轴曲率半径。

13. 根据权利要求 12 所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$2.0 < (r_{G12F} + r_{G12R}) / (r_{G12F} - r_{G12R}) < 15.0 \quad (7')$$

14. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$2.5 < (r_{G11F} + r_{G11R}) / (r_{G11F} - r_{G11R}) < 10.0 \quad (8)$$

其中  $r_{G11F}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第一透镜的朝向物体侧的表面的近轴曲率半径,而  $r_{G11R}$  是第一透镜组中从物体侧开始的第一透镜的朝向图像侧的表面的近轴曲率半径。

15. 根据权利要求 14 所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$2.8 < (r_{G11F} + r_{G11R}) / (r_{G11F} - r_{G11R}) < 4.0 \quad (8')$$

16. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$1.3 < f_{G21} / f_{G22} < 3.0 \quad (9)$$

其中  $f_{G21}$  是第二透镜组中从物体侧开始的第一透镜的焦距,而  $f_{G22}$  是第二透镜组中从物体侧开始的第二透镜的焦距。

17. 根据权利要求 16 所述的变焦镜头,所述变焦镜头满足以下条件公式:

$$2.0 < f_{G21} / f_{G22} < 2.5 \quad (9')$$

18. 一种成像设备,包括根据权利要求 1-17 中任一项所述的变焦镜头。

## 变焦镜头和成像设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦镜头。具体地,本发明涉及一种可以有利地用在微型摄像机中的变焦镜头。

[0002] 本发明还涉及一种配备有这种变焦镜头的成像设备。

### 背景技术

[0003] 传统地,由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜组和具有正折射本领的第二透镜组构成并通过在光轴的方向上移动第一透镜组和第二透镜组改变放大倍率的两组式变焦镜头被公知为具有大约 2.5X 的可变放大倍率和宽视场角的变焦镜头。这类变焦镜头有利地用于微型摄像机等。

[0004] 例如,专利文献 1 公开了一种在第一透镜组中具有四个透镜的两组式变焦镜头(示例 2)。这种变焦镜头的第一透镜组具有从物体侧顺序地设置的负透镜(具有负折射本领的透镜)、负透镜、负透镜、和正透镜(具有正折射本领的透镜)。

[0005] 专利文献 2 公开了一种在第一透镜组中具有四个透镜的两组式变焦镜头(示例 1)。这种变焦镜头的第一透镜组具有从物体侧顺序地设置的负透镜、正透镜、负透镜和正透镜。

[0006] 专利文献 3 公开了一种在第一透镜组中具有四个透镜并且在第二透镜组中具有四个透镜的两组式变焦镜头(示例 1)。这种变焦镜头的第一透镜组具有从物体侧顺序地设置的负透镜、负透镜、负透镜和正透镜。这种变焦镜头的第二透镜组具有从物体侧顺序地设置的正透镜、正透镜、负透镜和正透镜。

[0007] 专利文献 4 公开了一种在第一透镜组中具有四个透镜以及在第二透镜组中具有四个透镜的两组式变焦镜头(示例 4)。这种变焦镜头的第一透镜组具有从物体侧顺序地设置的负透镜、正透镜、负透镜和正透镜。这种变焦镜头的第二透镜组具有从物体侧顺序地设置的正透镜、正透镜、负透镜和正透镜。

[0008] 此外,专利文献 5 公开了具有类似于专利文献 3 中公开的透镜结构的透镜结构的变焦镜头。

[0009] [背景技术文献]

[0010] [专利文献]

[0011] [专利文献 1]

[0012] 日本未审查专利公开 No. 2002-277737

[0013] [专利文献 2]

[0014] 日本未审查专利公开 No. 2004-21223

[0015] [专利文献 3]

[0016] 日本未审查专利公开 No. 2010-44235

[0017] [专利文献 4]

[0018] 日本未审查专利公开 No. 11(1999)-223768

[0019] [ 专利文献 5]

[0020] 日本未审查专利公开 No. 2004-317901

## 发明内容

[0021] 认识到在上述传统的变焦透镜中存在以下问题。专利文献 1 和 5 中公开的变焦透镜具有宽视场角和大可变放大倍率,但是从畸变的观点来看仍然具有改进的余地。专利文献 2 中公开的变焦镜头具有宽视场角,但是可变放大倍率小并且 F 值大。专利文献 3 中公开的变焦镜头具有宽视场角和大可变放大倍率,但畸变量大。专利文献 4 中公开的变焦镜头具有窄视场角和高 F 值。专利文献 4 中公开的变焦镜头具有宽视场角,但是小可变放大倍率。

[0022] 鉴于所述的情况形成本发明。本发明的目的是提供一种具有小 F 值的变焦镜头,该变焦镜头可以被制造成为微型变焦镜头,并且在该变焦镜头中可以有利地校正各种像差。

[0023] 本发明的另一个目的是提供一种可以通过采用这种变焦镜头具有良好的光学性能并可以实现小型化的成像设备。

[0024] 本发明的第一变焦镜头基本上由下述透镜组构成:

[0025] 具有负折射本领的第一透镜组;和

[0026] 具有正折射本领的第二透镜组,所述第一透镜组和所述第二透镜组从物体侧顺序地设置;

[0027] 第一透镜组和第二透镜组移动以改变放大倍率;

[0028] 第一透镜组基本上由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜、第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜构成;并且

[0029] 变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0030] \quad 0.30 < f_w/f_2 < 0.43 \quad (1-1)$$

$$[0031] \quad 0.39 < |f_w/f_1| < 0.65 \quad (2-1)$$

[0032] 其中  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距,  $f_1$  是第一透镜组的焦距,以及  $f_2$  是第二透镜组的焦距。

[0033] 要注意的表述“基本上由第一透镜组和第二透镜组构成”表示变焦镜头还可以包括实际上没有任意光焦度的透镜、除了透镜之外的光学元件(例如,孔径光阑和罩玻璃)、和机械构件(例如,透镜法兰、透镜镜筒、成像装置、模糊校正机构等)。这也适用于表述“第一透镜组基本上由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜、第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜构成”和与随后所述的第二变焦镜头有关的表述“第二透镜组基本上由四个透镜构成”。

[0034] 要注意的是可以采用粘合透镜作为构成本发明的变焦镜头的透镜。如果采用粘合透镜,则如果所述粘合透镜由粘合在一起的  $n$  个透镜构成,则所述粘合透镜被计算为  $n$  个透镜。另外,在本说明书中的表述“本发明的变焦镜头”和“根据本发明的变焦镜头”表示本发明的第一变焦镜头、随后所述的本发明的第二、和第三变焦镜头中的所有,除非被特别说明之外。

[0035] 本发明的变焦镜头的透镜的表面形状和折射本领的符号将是在包括非球面表面

的透镜的近轴区域中的表面形状和符号。

[0036] 要注意的是在根据本发明的第一变焦镜头中,理想的是在由条件公式(1-1)和(2-1)限定的范围内满足以下条件公式中的至少一个:

$$[0037] \quad 0.31 < f_w/f_2 < 0.35 \quad (1-2)$$

$$[0038] \quad 0.40 < |f_w/f_1| < 0.50 \quad (2-2)。$$

[0039] 本发明的第二变焦镜头基本上由以下透镜组构成:

[0040] 具有负折射本领的第一透镜组;和

[0041] 具有正折射本领的第二透镜组,所述第一透镜组和所述第二透镜组从物体侧顺序地设置;

[0042] 第一透镜组和第二透镜组移动以改变放大倍率;

[0043] 第一透镜组基本上由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜、第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜构成;

[0044] 第二透镜组基本上由四个透镜构成;以及

[0045] 变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0046] \quad 0.30 < f_w/f_2 < 0.43 \quad (1-1)$$

$$[0047] \quad 0.39 < |f_w/f_1| < 1.50 \quad (2-3)$$

[0048] 其中  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距,  $f_1$  是第一透镜组的焦距, 以及  $f_2$  是第二透镜组的焦距。

[0049] 在根据本发明的第二变焦镜头中,理想的是在由条件公式(1-1)和(2-3)限定的范围内满足以下条件公式中的至少一个:

$$[0050] \quad 0.31 < f_w/f_2 < 0.35 \quad (1-2)$$

$$[0051] \quad 0.40 < |f_w/f_1| < 1.00 \quad (2-4)。$$

[0052] 进一步地,尤其理想的是在由条件公式(2-3)限定的范围内满足以下条件公式中的至少一个:

$$[0053] \quad 0.40 < |f_w/f_1| < 0.50 \quad (2-2)。$$

[0054] 根据本发明的第三变焦镜头基本上由以下构成:

[0055] 具有负折射本领的第一透镜组;和

[0056] 具有正折射本领的第二透镜组,所述第一透镜组和所述第二透镜组从物体侧顺序地设置;

[0057] 第一透镜组和第二透镜组移动以改变放大倍率;

[0058] 第一透镜组基本上由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜、具有正折射本领的第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜构成;以及

[0059] 变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0060] \quad 0.00 < f_w/f_2 < 0.43 \quad (1-3)$$

$$[0061] \quad 0.00 < |f_w/f_1| < 0.65 \quad (2-5)$$

[0062] 其中  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距,  $f_1$  是第一透镜组的焦距, 以及  $f_2$  是第二透镜组的焦距。

[0063] 在根据本发明的第三变焦镜头中,理想的是在由条件公式(1-3)和(2-5)限定的

范围内满足以下条件公式中的至少一个：

$$[0064] \quad 0.20 < f_w/f_2 < 0.35 \quad (1-4)$$

$$[0065] \quad 0.40 < |f_w/f_1| < 0.50 \quad (2-2)。$$

[0066] 进一步地,尤其理想的是在条件公式 (1-3) 中所限定的范围内满足以下条件公式：

$$[0067] \quad 0.31 < f_w/f_2 < 0.35 \quad (1-2)。$$

[0068] 同时,根据本发明的成像设备配备有本发明的变焦镜头中的一个。

[0069] 在根据本发明的第一个变焦镜头中,第一透镜组由从物体侧顺序地设置的四个透镜构成,所述四个透镜是具有负折射本领的第一透镜、第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜。因此,在抑制成本增加的同时能够抑制伴随视场角的加宽所产生的像差的增加。

[0070] 另外,根据本发明的第一变焦镜头通过满足条件公式 (1-1) 显示以下有益效果。条件公式 (1-1) 确定整个系统在广角端处的焦距与第二透镜组的焦距之间的关系。如果  $f_w/f_2$  的值小于或等于条件公式 (1-1) 中所限定的下限,则第二透镜组的折射本领将变弱。因此,在改变放大倍率时第二透镜组的移动量将增加,光学系统的总长度总体上将变长,并且小型化将变得困难,这不是优选的。相反地,如果  $f_w/f_2$  的值大于或等于条件公式 (1-1) 中所限定的上限,则第二透镜组的折射本领将太强。因此,将变得难以有利地在放大倍率的整个范围内校正各种像差,这不是优选的。在满足条件公式 (1-1) 的情况下可以防止上述缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化,并且可以在放大倍率的整个范围内有利地校正各种像差。

[0071] 尤其在条件公式 (1-1) 限定的范围内满足条件公式 (1-2) 的情况下以上有益效果将变得更加突出。

[0072] 进一步地,本发明的第一变焦镜头通过满足条件公式 (2-1) 显示以下有益效果。条件公式 (2-1) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组的焦距之间的关系。如果  $|f_w/f_1|$  的值小于或等于条件公式 (2-1) 中所限定的下限,则第一透镜组的负折射本领将变弱。这将导致光学系统总体上变得更大,这不是优选的。相反地,如果  $|f_w/f_1|$  的值大于或等于条件公式 (2-1) 中所限定的上限,则第一透镜组的负折射本领将太强。这将导致离轴部分处的各种像差的校正变得困难,这不是有利的。在满足条件公式 (2-1) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化,并且在离轴部分处可以有利地校正各种像差。

[0073] 要注意的是如果在由条件公式 (2-1) 所限定的范围内满足条件公式 (2-2),则以上有益效果将变得更加突出。

[0074] 在根据本发明的第二变焦镜头中,类似于第一变焦镜头,第一透镜组由从物体侧顺序地设置的四个透镜构成,所述四个透镜是具有负折射本领的第一透镜、第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜。因此,在抑制成本增加的同时能够抑制伴随视场角的加宽所产生的像差的增加。进一步地,根据本发明的第四变焦镜头的第二透镜组也由四个透镜构成。因此,在抑制成本增加的同时能够抑制由于放大倍率改变时导致的像差的变化。

[0075] 另外,根据本发明的第二变焦镜头通过满足条件公式 (1-1) 显示以下有益效果。

条件公式 (1-1) 确定整个系统在广角端处的焦距与第二透镜组的焦距之间的关系。如果  $fw/f_2$  的值小于或等于条件公式 (1-1) 中所限定的下限, 则第二透镜组的折射本领将变弱。因此, 在改变放大倍率时第二透镜组的移动量将增加, 光学系统的总长度总体上将变长, 并且小型化将变得困难, 这不是优选的。相反地, 如果  $fw/f_2$  的值大于或等于条件公式 (1-1) 中所限定的上限, 则第二透镜组的折射本领将太强。因此, 将变得难以有利地在放大倍率的整个范围内校正各种像差, 这不是优选的。在满足条件公式 (1-1) 的情况下可以防止上述缺点。即, 可以实现光学系统总体上的小型化, 并且可以在放大倍率的整个范围内有利地校正各种像差。

[0076] 尤其在由条件公式 (1-1) 所限定的范围内满足条件公式 (1-2) 的情况下以上有益效果将变得更加突出。

[0077] 进一步地, 本发明的第二变焦镜头通过满足条件公式 (2-3) 显示以下有益效果。类似于条件公式 (2-1), 条件公式 (2-3) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组的焦距之间的关系。如果  $|fw/f_1|$  的值小于或等于条件公式 (2-3) 中所限定的下限, 则第一透镜组的负折射本领将变弱。这将导致光学系统总体上变得更大, 这不是优选的。相反地, 如果  $|fw/f_1|$  的值大于或等于条件公式 (2-3) 中所限定的上限, 则第一透镜组的负折射本领将太强。这将导致离轴部分处的各种像差的校正变得困难, 这不是有利的。在满足条件公式 (2-3) 的情况下可以防止以上缺点。即, 可以实现光学系统总体上的小型化, 并且在离轴部分处可以有利地校正各种像差。

[0078] 要注意的是如果满足条件公式 (2-4) 并尤其在由条件公式 (2-3) 所限定的范围内满足条件公式 (2-2) 的情况下, 以上有益效果将变得更加突出。

[0079] 在根据本发明的第三变焦镜头中, 第一透镜组由从物体侧顺序地设置的四个透镜构成, 所述四个透镜是具有负折射本领的第一透镜、第二透镜、具有负折射本领的第三透镜、和具有正折射本领的第四透镜。因此, 在抑制成本增加的同时能够抑制伴随视场角的加宽所产生的像差的增加。进一步地, 第二透镜具有正折射本领, 因此可以有利地校正畸变。

[0080] 另外, 根据本发明的第三变焦镜头通过满足条件公式 (1-3) 显示以下有益效果。类似于条件公式 (1-1), 条件公式 (1-3) 确定整个系统在广角端处的焦距与第二透镜组的焦距之间的关系。如果  $fw/f_2$  的值小于或等于条件公式 (1-3) 中所限定的下限, 则第二透镜组的折射本领将变弱。因此, 在改变放大倍率时第二透镜组的移动量将增加, 光学系统的总长度总体上将变长, 并且小型化将变得困难, 这不是优选的。相反地, 如果  $fw/f_2$  的值大于或等于条件公式 (1-3) 中所限定的上限, 则第二透镜组的折射本领将太强。因此, 将变得难以有利地在放大倍率的整个范围内校正各种像差, 这不是优选的。在满足条件公式 (1-3) 的情况下可以防止上述缺点。即, 可以实现光学系统总体上的小型化, 并且可以在放大倍率的整个范围内有利地校正各种像差。

[0081] 在由条件公式 (1-3) 限定的范围内在满足条件公式 (1-4) 的情况下并尤其在满足条件公式 (1-2) 的情况下以上有益效果将变得更加突出。

[0082] 另外, 根据本发明的第三变焦镜头通过满足条件公式 (2-5) 显示以下有益效果。类似于条件公式 (2-1), 条件公式 (2-5) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组的焦距之间的关系。如果  $|fw/f_1|$  的值大于或等于条件公式 (2-5) 中所限定的上限, 则第一透镜组的负折射本领将太强。这将导致离轴部分处的各种像差的校正变得困难, 这不是有



利的。在满足条件公式 (2-5) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以在离轴部分处有利地校正各种像差。

[0083] 要注意的是在由条件公式 (2-5) 限定的范围内满足条件公式 (2-2) 的情况下以上有益效果变得更加突出。

[0084] 要注意的是如果  $|f_w/f_1|$  的值小于或等于条件公式 (2-2) 中所限定的下限,则第一透镜组的负折射本领将变弱。这将导致光学系统总体上变得更大,这不是优选的。在满足条件公式 (2-2) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化。

[0085] 如由随后将被描述的数值的示例所示,本发明的变焦镜头具有充分低的 F 值。

[0086] 同时,根据本发明的成像设备配备有本发明的显示上述有益效果的变焦镜头。因此,本发明的成像设备在保持良好的光学性能的同时可以实现成本降低和宽视场角。

### 附图说明

[0087] 图 1 是图示根据本发明的第一实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图;

[0088] 图 2 是图示根据本发明的第二实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图;

[0089] 图 3 是图示根据本发明的第三实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图;

[0090] 图 4 是图示根据本发明的第四实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图;

[0091] 图 5 是图示根据本发明的第五实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图;

[0092] 图 6 是图示根据本发明的第六实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图;

[0093] 图 7 是图示第一实施例的变焦镜头的各种像差的曲线图 (A)-(H) 的集合;

[0094] 图 8 是图示第二实施例的变焦镜头的各种像差的曲线图 (A)-(H) 的集合;

[0095] 图 9 是图示第三实施例的变焦镜头的各种像差的曲线图 (A)-(H) 的集合;

[0096] 图 10 是图示第四实施例的变焦镜头的各种像差的曲线图 (A)-(H) 的集合;

[0097] 图 11 是图示第五实施例的变焦镜头的各种像差的曲线图 (A)-(H) 的集合;

[0098] 图 12 是图示第六实施例的变焦镜头的各种像差的曲线图 (A)-(H) 的集合;以及

[0099] 图 13 是示意性地图示了根据本发明的一个实施例的成像设备的图。

### 具体实施方式

[0100] 在下文中,参照附图详细地描述本发明的实施例。图 1 是图示根据本发明的一个实施例的变焦镜头的透镜结构的剖视图,并对应于随后将被描述的示例 1 的变焦镜头。图 2 至图 6 是图示根据本发明的其它实施例的变焦镜头的结构的剖视图,并对应于随后将被描述的示例 2-6 的变焦镜头。除了将被具体说明的几点之外,图 1 至图 6 中所示的实施例的基本结构相同。图示结构的方式也相同。因此,主要参照图 1 描述根据本发明的实施例的变焦镜头。

[0101] 在图 1 中,左侧是物体侧,而右侧是图像侧。图 1 中的 (A) 图示了光学系统在广角端处聚焦在无穷远处的状态(最短焦距状态)下的布置。图 1 中的 (B) 图示了光学系统在长焦端处聚焦在无穷远处的状态(最长焦距状态)下的布置。这同样适用于随后将被描述的图 2-6。

[0102] 根据本发明的实施例的变焦镜头中的每一个都具有从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜组 G1 和具有正折射本领的第二透镜组 G2。在放大倍率改变时不会

移动的固定孔径光阑 St 设置在第一透镜组 G1 与第二透镜组 G2 之间。附图中图示的孔径光阑 St 没有必要表示该孔径光阑尺寸或形状,而是仅表示该孔径光阑在光轴 Z 上的位置。

[0103] 要注意的是图 1 图示了其中平行板状光学构件 PP 设置在第二透镜组 G2 与成像表面 Sim 之间的一个示例。当将变焦镜头应用到成像设备时,优选的是根据上面安装有透镜的照相机的结构将诸如罩玻璃、红外线截止滤光器、和低通滤光器的各种滤光器设置在光学系统与成像表面 Sim 之间。设置光学构件 PP,从而假设存在罩玻璃、各种类型的滤光器等。另外,近年来的成像设备采用 3CCD 格式,其中对于每一种色彩都采用 CCD 以提高图像质量。为了与采用 3CCD 格式的成像设备相兼容,诸如分色棱镜的分色光学系统可以插入在透镜系统与成像表面 Sim 之间。在这种情况下,分色光学系统可以设置在光学构件 PP 的位置处。

[0104] 该变焦镜头被构造成使得第一透镜组 G1 与第二透镜组 G2 之间的距离在改变放大倍率时变化。更具体地,当放大倍率从广角端向长焦端变化时,第一透镜组 G1 沿着凸形轨迹朝向成像表面 Sim 移动,而第二透镜组 G2 朝向物体侧单调地移动。图 1 以 (A) 与 (B) 之间所示的箭头示意性地图示了当放大倍率从广角端向长焦端变化时第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 的移动轨迹。

[0105] 第一透镜组 G1 由从物体侧顺序地设置的具有负折射本领的第一透镜 L11、具有正折射本领的第二透镜 L12、具有负折射本领的第三透镜 L13、和具有正折射本领的第四透镜 L14 构成。这里,如图 1 中图示的示例中所图示的,第一透镜 L11 可以是负弯月形透镜,第二透镜 L12 可以是具有朝向物体侧的非球面表面和朝向图像侧的非球面表面的透镜,第三透镜 L13 可以是负弯月形透镜,而第四透镜 L14 可以是正弯月形透镜。要注意的是第四实施例采用具有负折射本领的透镜作为第二透镜 L12。

[0106] 第二透镜 L12 的朝向物体侧的表面是在近轴区域中凹向物体侧的非球面形状。另外,第二透镜 L12 朝向物体侧的表面和第二透镜 L12 朝向图像侧的表面中的至少一个(在图 1 的示例中两个表面)是在从其中心到有效直径的范围内具有至少一个拐点的非球面形状。要注意的是特别在第二实施例,第二透镜 L12 的朝向物体侧的表面在近轴区域中凸向物体侧,并且具有在从其中心到其有效直径的范围内没有任何拐点的非球面形状。

[0107] 同时,第二透镜组 G2 由从物体侧顺序地设置的具有正折射本领的第一透镜 L21、具有正折射本领的第二透镜 L22、具有负折射本领的第三透镜 L23、和具有正折射本领的第四透镜 L24 构成。这里,如图 1 中图示的示例中所示,第一透镜 L21 可以是具有朝向物体侧的非球面表面和朝向图像侧的非球面表面的透镜,第二透镜 L22 可以是双凸形透镜。第三透镜 L23 可以是负弯月形透镜,以及第四透镜 L24 可以是双凸形透镜。

[0108] 如上所述,在本变焦镜头中,第一透镜组 G1 由从物体侧顺序地设置的四个透镜构成,所述四个透镜是具有负折射本领的第一透镜 L11、第二透镜 L12、具有负折射本领的第三透镜 L13、和具有正折射本领的第四透镜 L14。因此,在抑制成本增加的同时,抑制了伴随着视场角加宽的像差的增加。另外,在除了第四实施例之外的实施例中,因为第二透镜 L12 是具有正折射本领的透镜,因此畸变被良好地校正。

[0109] 另外,因为第一透镜组 G1 中的第二透镜 L12 具有朝向物体侧的非球面表面,因此畸变被良好地校正。与第一透镜 L11 具有非球面表面的情况相比较可以大大降低成本。即,通常,在轴光线和离轴光线所经过的位置在第一透镜 L11 的前面和后面变得大大地分开。

因此,理想的是第一透镜 L11 或第二透镜 L12 为非球面透镜以有利地校正畸变。然而,因为第一透镜 L11 通常具有相对较大的直径,因此非球面透镜的成本由通常具有较小直径并为非球面透镜的第二透镜 L12 来降低。因此,可以抑制变焦镜头的成本。

[0110] 在除了第二实施例之外的实施例中,因为第二透镜 L12 朝向物体侧的表面是凹向物体侧的非球面表面,因此球面像差和畸变被有利地校正。

[0111] 进一步地,在除了第二实施例之外的实施例中,因为第二透镜 L12 的朝向物体侧的表面和第二透镜 L12 的朝向图像侧的表面中的至少一个是在从其中心到有效直径的范围具有至少一个拐点的非球面形状,因此在广角端处的畸变和像场弯曲可以被有利地校正。

[0112] 同时,通过由四个透镜构成的第二透镜组 G2,在抑制成本增加的同时可以抑制由于放大倍率的改变而导致的像差的变化。

[0113] 在本变焦镜头中,第二透镜组 G2 由从物体侧顺序地设置的具有正折射本领的第一透镜 L21、具有正折射本领的第二透镜 L22、具有负折射本领的第三透镜 L23、和具有正折射本领的第四透镜 L24 构成。因此,能够抑制随着放大倍率的改变而导致的像差的变化。即,如果第二透镜组 G2 中的第一透镜 L21 和第二透镜 L22 是正透镜,则当从第一透镜组 G1 输出时被大大分散的在轴光线可以被具有正折射本领的两个正透镜 L21 和 L22 吸收。因此,高阶球面像差被抑制,并且随放大倍率改变而导致的像差的变化被抑制。

[0114] 本变焦镜头的第一透镜组 G1 由具有负折射本领的第一透镜 L11、第二透镜 L12、具有负折射本领的第三透镜 L13、和具有正折射本领的第四透镜 L14 构成。本变焦镜头同时满足以下条件公式:

[0115] 变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0116] \quad 0.30 < f_w/f_2 < 0.43 \quad (1-1)$$

$$[0117] \quad 0.39 < |f_w/f_1| < 0.65 \quad (2-1)$$

[0118] 其中  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距, $f_1$ 是第一透镜组的焦距,以及  $f_2$ 是第二透镜组的焦距。

[0119] 要注意的是在表 19 中对于每一个实施例显示了由以上条件公式确定的每一个条件的数值的示例。在名称为“条件公式 1”的行中显示了由条件公式 (1-1) 确定的  $f_w/f_2$  的值,而在名称为“条件公式 (2)”的行中显示了由条件公式 (2-1) 确定的  $|f_w/f_1|$  的值。另外,表 19 还显示了由随后将被描述的条件公式 (3)-(9) 确定的每一个条件的数值的示例。

[0120] 在下文中,将描述通过由条件公式 (1-1) 和 (2-1) 确定的结构所展示的操作和效果。

[0121] 条件公式 (1-1) 确定整个系统在广角端处的焦距与第二透镜组 G2 的焦距之间的关系。如果  $f_w/f_2$  的值小于或等于条件公式 (1-1) 中所限定的下限,则第二透镜组 G2 的折射本领将变弱。因此,在改变放大倍率时第二透镜组 G2 的移动量将增加,光学系统的总长度总体上将变长,并且小型化将变得困难,这不是优选的。相反地,如果  $f_w/f_2$  的值大于或等于条件公式 (1-1) 中所限定的上限,则第二透镜组 G2 的折射本领将太强。因此,将变得难以有利地在放大倍率的整个范围内校正各种像差,这不是优选的。在满足条件公式 (1-1) 的情况下可以防止上述缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化,并且可以在放大倍率的整个范围内有利地校正各种像差。

[0122] 本变焦镜头在条件公式 (1-1) 中所限定的范围内满足条件公式 (1-2)。

$$[0123] \quad 0.31 < fw/f_2 < 0.35 \quad (1-2)$$

[0124] 因此,以上有益效果更加突出。

[0125] 同时,条件公式 (2-1) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组 G1 的焦距之间的关系。如果  $|fw/f_1|$  的值小于或等于条件公式 (2-1) 中所限定的下限,则第一透镜组 G1 的负折射本领将变弱。这将导致光学系统总体上变得更大,这不是优选的。相反地,如果  $|fw/f_1|$  的值大于或等于条件公式 (2-1) 中所限定的上限,则第一透镜组 G1 的负折射本领将太强。这将导致离轴部分处的各种像差的校正变得困难,这不是有利的。在满足条件公式 (2-1) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化,并且在离轴部分处可以有利地校正各种像差。

[0126] 本变焦镜头在条件公式 (2-1) 限定的范围内满足条件公式 (2-2)。

$$[0127] \quad 0.40 < |fw/f_1| < 0.50 \quad (2-2)$$

[0128] 因此,以上有益效果更加突出。

[0129] 另外,本变焦镜头的第一透镜组 G1 由具有负折射本领的第一透镜 L11、第二透镜 L12、具有负折射本领的第三透镜 L13、和具有正折射本领的第四透镜 L14 构成。本变焦镜头同时满足以下条件公式:

$$[0130] \quad 0.30 < fw/f_2 < 0.43 \quad (1-1)$$

$$[0131] \quad 0.39 < |fw/f_1| < 1.50 \quad (2-3)$$

[0132] 通过满足条件公式 (1-1) 获得的有益效果与上述有益效果相同。本变焦镜头在由条件公式 (1-1) 限定的范围内满足条件公式 (1-2),因此以上有益效果更加突出。

[0133] 类似于条件公式 (2-1),条件公式 (2-3) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组 G1 的焦距之间的关系。如果  $|fw/f_1|$  的值小于或等于条件公式 (2-3) 中所限定的下限,则第一透镜组的负折射本领将变弱。这将导致光学系统总体上变得更大,这不是优选的。相反地,如果  $|fw/f_1|$  的值大于或等于条件公式 (2-3) 中所限定的上限,则第一透镜组 G1 的负折射本领将太强。这将导致离轴部分处的各种像差的校正变得困难,这不是有利的。在满足条件公式 (2-3) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化,并且在离轴部分处可以有利地校正各种像差。

[0134] 本变焦镜头在条件公式 (2-3) 中限定的范围内满足条件公式 (2-4)。

$$[0135] \quad 0.40 < |fw/f_1| < 1.00 \quad (2-4)$$

[0136] 因此,以上有益效果更加突出。进一步地,本变焦镜头在由条件公式 (2-3) 限定的范围内满足条件公式 (2-2)。因此,以上有益效果越发突出。

[0137] 另外,本变焦镜头的第一透镜组 G1 由具有负折射本领的第一透镜 L11、第二透镜 L12、具有负折射本领的第三透镜 L13、和具有正折射本领的第四透镜 L14 构成。第二透镜 L12 是正透镜,并且本变焦镜头同时满足以下条件公式:

$$[0138] \quad 0.00 < fw/f_2 < 0.43 \quad (1-3)$$

$$[0139] \quad 0.00 < |fw/f_1| < 0.65 \quad (2-5)$$

[0140] 类似于条件公式 (1-1),条件公式 (1-3) 确定整个系统在广角端处的焦距与第二透镜组 G2 的焦距之间的关系。如果  $fw/f_2$  的值小于或等于条件公式 (1-3) 中所限定的下限,则第二透镜组 G2 的折射本领将变弱。因此,在改变放大倍率时第二透镜组 G2 的移动量

将增加,光学系统的总长度总体上将变长,并且小型化将变得困难,这不是优选的。相反地,如果  $f_w/f_2$  的值大于或等于条件公式 (1-3) 中所限定的上限,则第二透镜组 G2 的折射本领将太强。因此,将变得难以有利地在放大倍率的整个范围内校正各种像差,这不是优选的。在满足条件公式 (1-3) 的情况下可以防止上述缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化,并且可以在放大倍率的整个范围内有利地校正各种像差。本变焦镜头在条件公式 (1-3) 中所限定的范围内满足条件公式 (1-4)。

$$[0141] \quad 0.20 < f_w/f_2 < 0.36 \quad (1-4)$$

[0142] 因此,以上有益效果更加突出。进一步地,本变焦镜头满足条件公式 (1-2)。因此,以上有益效果越发突出。

[0143] 同时,类似于条件公式 (2-1),条件公式 (2-5) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组 G1 的焦距之间的关系。如果  $|f_w/f_1|$  的值大于或等于条件公式 (2-3) 中所限定的上限,则第一透镜组 G1 的负折射本领将太强。本将导致离轴部分处的各种像差的校正变得困难,这不是有利的。在满足条件公式 (2-3) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以在离轴部分处有利地校正各种像差。

[0144] 本变焦镜头在由条件公式 (2-5) 限定的范围内满足条件公式 (2-2)。因此,以上有益效果更加突出。

[0145] 要注意的是如果  $|f_w/f_1|$  的值小于或等于条件公式 (2-5) 中所限定的下限,则第一透镜组的负折射本领将变弱。这将导致光学系统总体上变得更大,这不是优选的。在满足条件公式 (2-2) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以实现光学系统总体上的小型化。

[0146] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0147] \quad -0.11 < f_w/f_{G12} < 0.12 \quad (3)$$

[0148] 其中  $f_{G12}$  是在第一透镜组中从物体侧开始的第二透镜的焦距,以及  $f_w$  是整个系统在广角端处的焦距。因此,本变焦镜头显示以下有益效果。即,条件公式 (3) 确定整个系统在广角端处的焦距与第一透镜组 G1 中的第二透镜 L12 的焦距之间的关系。如果  $f_w/f_{G12}$  的值小于或等于条件公式 (3) 中所限定的下限,则第二透镜 L12 的折射本领将朝向负侧移动,并且经过第二透镜 L12 的中心光束的折射和周边光束的折射将变得不平衡。因此,畸变的校正将变得困难,这不是有利的。相反地,如果  $f_w/f_{G12}$  的值大于或等于条件公式 (3) 中所限定的上限,则第二透镜 L12 的正折射本领将变得太强,并且第一透镜组 G1 的负折射本领总体上将变得不足。这将导致加宽的视场角变得困难。增加第一透镜组 G1 中的负透镜(即,第一透镜 L11 和第三透镜 L13) 的负折射本领可以被认为是对第二透镜增加的正折射本领的补偿的措施。然而,这种措施将导致各种像差的校正变得困难,这不是有利的。在满足条件公式 (3) 的情况下可以防止以上缺点。即,可以有利地校正畸变,并且可以容易地加宽视场角。

[0149] 要注意的是,在由条件公式 (3) 限定的范围内满足条件公式 (3') 的情况下以上有益效果将变得更加突出。

$$[0150] \quad -0.01 < f_w/f_{G12} < 0.06 \quad (3')$$

[0151] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0152] \quad 0.56 < |f_1/f_2| < 1.04 \quad (4)$$

[0153] 其中  $f_1$  是第一透镜组的焦距,以及  $f_2$  是第二透镜组的焦距。因此,本变焦镜头显

示以下有益效果。即,条件公式(2-1)确定第一透镜组的焦距 $f_1$ 与第二透镜组的焦距 $f_2$ 之间的关系。如果 $|f_1/f_2|$ 的值小于或等于条件公式(2-1)中所限定的下限,则第二透镜组的折射本领将变弱。因此,在改变放大倍率时第二透镜组的移动量将增加,光学系统的总长度总体上将变长,并且小型化将变得困难,这不是优选的。相反地,如果 $|f_1/f_2|$ 的值大于或等于条件公式(2-1)中所限定的上限,则第一透镜组的折射本领将不足。因此,将产生增加定位在最朝向物体侧的第一透镜L11的直径的必要性来保证视场角,并且小型化将变得困难,这不是优选的。在满足条件公式(2-1)的情况下可以防止上述缺点。即,可以容易地实现光学系统总体上的小型化。

[0154] 要注意的是,在由条件公式(4)所限定的范围内满足条件公式(4')的情况下以上有益效果将变得更加突出。

$$[0155] \quad 0.70 < |f_1/f_2| < 0.80 \quad (4')$$

[0156] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0157] \quad -0.19 < f_1/f_{G12} < 0.50 \quad (5),$$

[0158] 其中 $f_1$ 是第一透镜组的焦距G1,以及 $f_{G12}$ 是第一透镜组G1中从物体侧开始的第二透镜的焦距。进一步,本变焦镜头显示以下有益效果。即,条件公式(5)确定第一透镜组G1的焦距 $f_1$ 与第一透镜组G1中的第二透镜L12的焦距 $f_{G12}$ 的之间的关系。如果 $f_1/f_{G12}$ 的值小于或等于条件公式(5)中所限定的下限,则第二透镜L12的正折射本领将变强。因此,第一透镜组G1中具有负折射本领的透镜(第一透镜L11和第三透镜L13)的折射本领将太强以补偿第二透镜L12的折射本领的增加。这将导致各种像差的校正变得困难,这不是优选的。相反地,如果 $f_1/f_{G12}$ 的值是大于或等于条件公式(5)中所限定的上限,则第二透镜L12的负折射本领将太强。因此,畸变的校正将变得困难,这不是优选的。在满足条件公式(5)的情况下可以防止上述缺点。即,可以有利地校正畸变及其它各种像差。

[0159] 要注意的是,在由条件公式(5)所限定的范围内满足以下条件公式的情况下以上有益效果将变得更加突出:

$$[0160] \quad -0.15 < f_1/f_{G12} < 0.30 \quad (5')$$

[0161] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0162] \quad 0.20 < H_{G12F} \cdot \{(1/r'_{G12F}) - (1/r''_{G12F})\} \quad (6),$$

[0163] 其中 $H_{G12F}$ 是第一透镜组G1中从物体侧开始的第二透镜的朝向物体侧的表面的最大有效半径, $r'_{G12F}$ 是经过该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心和在距离光轴高度 $H_{G12F}$ 处的点的球面表面在以该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心作为该球面表面的顶点时的曲率半径,以及 $r''_{G12F}$ 是经过该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心和在距离光轴高度 $H_{G12F} \cdot 0.5$ 处的点的球面表面在以该第二透镜的朝向物体侧的表面的中心作为该球面表面的顶点时的曲率半径。进一步,本变焦镜头显示以下有益效果。即,条件公式(6)确定第一透镜组G1中的第二透镜L12的朝向物体侧的表面的最大有效半径与非球面表面形状之间的关系。通过使曲率半径在条件公式(6)中所限定的范围内在第二透镜L12的朝向物体侧的表面的中心附近和周边处不同,在广角端处可以有利地校正畸变。如果 $H_{G12F} \cdot \{(1/r'_{G12F}) - (1/r''_{G12F})\}$ 的值小于或等于由条件公式(6)所限定的下限,则校正将不充分。相反地,如果 $H_{G12F} \cdot \{(1/r'_{G12F}) - (1/r''_{G12F})\}$ 的值大于或等于条件公式(6)中所限定的上限,则校正将过度,没有一个是优选的。

[0164] 要注意的是,如果在由条件公式 (6) 所限定的范围内满足以下条件公式,则以上有益效果将变得更加突出:

$$[0165] \quad 0.20 < H_{G12F} \cdot \{(1/r'_{G12F}) - (1/r''_{G12F})\} < 0.50 \quad (6')$$

[0166] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0167] \quad 2.0 < (r_{G12F} + r_{G12R}) / (r_{G12F} - r_{G12R}) < 30.0 \quad (7),$$

[0168] 其中  $r_{G12F}$  是第一透镜组 G1 中从物体侧开始的第二透镜的朝向物体侧的表面的近轴曲率半径,而  $r_{G12R}$  是第一透镜组 G1 中从物体侧开始的第二透镜的朝向图像侧的表面的近轴曲率半径。因此,本变焦镜头显示以下有益效果。即,条件公式 (7) 确定第一透镜组 G1 中的第二透镜 L12 的形状。如果  $(r_{G12F} + r_{G12R}) / (r_{G12F} - r_{G12R})$  的值小于或等于由条件公式 (7) 所限定的下限,在广角端处的畸变的校正将不充分,这不是优选的。相反地,  $(r_{G12F} + r_{G12R}) / (r_{G12F} - r_{G12R})$  的值大于或等于条件公式 (7) 中所限定的上限,则在长焦端处的球面像差的校正将变得困难,这不是优选的。在满足条件公式 (7) 的情况下可以防止上述缺点。即,可以有利地校正在广角端处的畸变和在长焦端处的球面像差。

[0169] 要注意的是,如果在由条件公式 (7) 所限定的范围内满足以下条件公式,则以上有益效果将变得更加突出:

$$[0170] \quad 2.0 < (r_{G12F} + r_{G12R}) / (r_{G12F} - r_{G12R}) < 15.0 \quad (7')$$

[0171] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0172] \quad 2.5 < (r_{G11F} + r_{G11R}) / (r_{G11F} - r_{G11R}) < 10.0 \quad (8),$$

[0173] 其中  $r_{G11F}$  是第一透镜组 G1 中从物体侧开始的第一透镜的朝向物体侧的表面的近轴曲率半径,而  $r_{G11R}$  是第一透镜组 G1 中从物体侧开始的第一透镜的朝向图像侧的表面的近轴曲率半径。进一步,本变焦镜头显示以下有益效果。即,条件公式 (8) 确定第一透镜组 G1 中的第一透镜 L11 的形状。如果  $(r_{G11F} + r_{G11R}) / (r_{G11F} - r_{G11R})$  的值小于或等于由条件公式 (8) 所限定的下限,则在广角端处的像场弯曲的校正将不充分,这不是优选的。相反地,如果  $(r_{G11F} + r_{G11R}) / (r_{G11F} - r_{G11R})$  的值大于或等于条件公式 (8) 中所限定的上限,则在广角端处的像场弯曲的校正将变得过度,这不是优选的。在满足条件公式 (8) 的情况下可以防止上述缺点。即,可以适当地校正在广角端处的像场弯曲。

[0174] 要注意的是如果在由条件公式 (8) 所限定的范围内满足以下条件公式,则以上有益效果将变得更加突出:

$$[0175] \quad 2.8 < (r_{G11F} + r_{G11R}) / (r_{G11F} - r_{G11R}) < 4.0 \quad (8')$$

[0176] 另外,本变焦镜头满足以下条件公式:

$$[0177] \quad 1.3 < f_{G21} / f_{G22} < 3.0 \quad (9),$$

[0178] 其中  $f_{G21}$  是第二透镜组 G2 中从物体侧开始的第一透镜的焦距,而  $f_{G22}$  是第二透镜组 G2 中从物体侧开始的第二透镜的焦距。进一步,本变焦镜头显示以下有益效果。即,条件公式 (9) 确定第二透镜组 G2 中的第一透镜 L21 的焦距和第二透镜 L22 的焦距之间的关系。如果  $f_{G21} / f_{G22}$  的值小于或等于条件公式 (9) 中所限定的下限,则球面像差的校正将不充分,这不是优选的。相反地,如果  $f_{G21} / f_{G22}$  的值大于或等于条件公式 (9) 中所限定的上限,则球面像差的校正将变得过度,这不是优选的。在满足条件公式 (9) 的情况下可以防止上述缺点。即,在放大倍率的整个范围内可以有利地校正球面像差。

[0179] 要注意的是如果在由条件公式 (9) 所限定的范围内满足以下条件公式,则以上有

益效果将变得更加突出：

$$[0180] \quad 2.0 < f_{G21}/f_{G22} < 2.5 \quad (9')$$

[0181] 要注意的是图 1 图示了其中平行板状光学构件 PP 设置在透镜系统与成像表面 Sim 之间的一个示例。可选地,诸如低通滤光器和切断特定波长带的滤光器之类的各种滤光器可以设置在透镜中的每一个之间。作为进一步的可选方案,具有与各种滤光器相同作用的涂层可以涂施在透镜的表面上。

[0182] 接下来,将描述本发明的变焦镜头的数值的示例。在图 1-6 中分别显示了示例 1-6 的变焦镜头的透镜的横截面。

[0183] 对于示例 1 的变焦镜头,表 1 中显示了基本透镜数据,表 2 中显示了与变焦有关的数据,而表 3 中显示了非球面表面数据。类似地,在表 4-18 中显示了示例 2-6 的变焦镜头的基本透镜数据、与变焦有关的数据、和非球面表面数据。在下文中,以下对于与示例 1 有关的项描述表中的项的含义。这同样基本上适用于与示例 2-6 有关的表。

[0184] 在表 1 的基本透镜数据中,在栏 Si 中显示了第 i (i = 1、2、3、.....) 个透镜表面编号,其中所述表面编号从物体侧向图像侧顺序增加,且最靠近物体侧的透镜表面被指定为第一个。在栏 Ri 中显示了第 i 个表面的曲率半径,并且在栏 Di 中显示了第 i 个表面与第 i+1 个表面之间沿着光轴 Z 的距离。要注意的是曲率半径的符号在表面形状凸向物体侧的情况下为正,而在表面形状凸向图像侧的情况下为负。

[0185] 在基本透镜数据中,在栏 Ndj 中显示了从物体侧向图像侧的第 j (j = 1、2、3、.....) 个光学元件相对于 d 线 (波长 :587.6nm) 的折射率。在栏 vdj 中显示了第 j 个光学元件相对于 d 线的阿贝数。要注意的是孔径光阑 St 也包括在基本透镜数据中,并且与孔径光阑 St 相对应的表面的曲率半径被显示为“∞ (孔径光阑)”。

[0186] 表 1 的基本透镜数据中的 D8、D9、和 D17 表示当改变放大倍率时表面之间变化的距离。D8 是第一透镜组 G1 与孔径光阑 St 之间的距离。D9 是孔径光阑 St 与第二透镜组 G2 之间的距离。D17 是第二透镜组 G2 与光学构件 PP 之间的距离。

[0187] 表 2 中的与变焦有关的数据显示在广角端和长焦端处变化的整个系统的焦距 (f)、F 值 (Fno.) 和全视场角 (2ω)、以及表面之间的距离的值。

[0188] 在表 1 的透镜数据中,非球面表面的表面编号由标记“\*”表示,并且近轴曲率半径被显示为非球面表面的曲率半径。表 3 的非球面表面数据显示非球面表面的表面编号和与非球面表面中的每一个有关的非球面表面系数。在表 3 的非球面表面数据的数值中,“E-n (n :整数)”表示“10<sup>n</sup>”。要注意的是非球面表面系数是以下非球面表面公式中的系数 KA 和 Ram (m = 3、4、5、..... 12) 的值：

$$[0189] \quad Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum RAm \cdot h^m$$

[0190] 其中 :Zd 是非球面表面的深度 (从非球面表面上具有一高度 h 的点延伸到垂直于光轴并接触非球面表面的顶点的平面的法线的长度),h 是高度 (从透镜的光轴到该表面的距离),C 是近轴曲率半径的倒数,以及 KA 和 Ram 是非球面表面系数 (m = 3、4、5、..... 16)。

[0191] 以下表显示了以预定数位被四舍五入的数值。另外,在以下表的数据中,度用作角度的单位,mm 用作长度的单位。然而,可以按比例放大或按比例缩小光学系统并使用该光学系统。因此,可以使用其它适当的单位。

[0192] 表 1



[0193] 示例 1 :基本透镜数据

Si 表面编号	Ri 曲率半径	Di 距离	Ndj 折射率	v <sub>dj</sub> 阿贝数
1	16.7910	0.80	1.78590	44.2
2	8.7843	3.04		
*3	-22.1777	2.10	1.53389	56.0
*4	-18.3950	0.67		
5	158.3861	0.70	1.78590	44.2
6	5.9611	2.50		
7	8.1910	1.53	1.92286	18.9
8	11.8859	D8		
[0194] 9	∞ (孔径光阑)	D9		
*10	11.4416	1.50	1.53389	56.0
*11	58.5954	0.10		
12	9.4968	4.15	1.49700	81.5
13	-11.2458	0.90		
14	14.6399	0.70	1.92286	20.9
15	6.0474	1.02		
16	17.2969	2.25	1.51742	52.4
17	-15.0096	D17		
18	∞	1.01	1.51633	64.1
19	∞	6.84		

[0195] \* :非球面表面

[0196] 表 2

[0197] 示例 1 :与变焦有关的数据

[0198]

项	广角端	长焦端
f	3. 18	7. 95
Fno.	1. 85	3. 10

2 $\omega$	93.39	43.28
D8	12.10	3.55
D9	7.13	0.96
D17	0.00	6.17

[0199] 表 3 : 示例 1 : 非球面表面数据

[0200]

表面编号	S3	S4
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	3.92552657E-04	-1.78198417E-03
RA4	1.63491671E-03	2.96047622E-03
RA5	-5.98243470E-05	-3.54470466E-04
RA6	-3.12580573E-05	-2.14656523E-05
RA7	3.08631891E-06	3.49680699E-06
RA8	2.06084921E-07	5.77269401E-07
RA9	-3.30656971E-08	1.80867183E-08
RA10	7.50984913E-10	-1.28540306E-08
RA11	4.80884982E-10	-1.51109077E-09
RA12	-6.15184533E-11	2.22386867E-10

[0201]

表面编号	S10	S11
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.88211972E-03	1.76860217E-03
RA4	-1.21236781E-03	-2.69165382E-04
RA5	6.04426291E-04	3.95866507E-04
RA6	-8.55374397E-05	-2.23064469E-05

RA7	-4.99070718E-06	-9.52288260E-06
RA8	6.90562953E-07	1.17774794E-06
RA9	1.79754879E-07	-6.42044665E-08
RA10	4.73691904E-09	6.39130198E-09
RA11	-4.62119417E-10	3.66073819E-09
RA12	-2.98496187E-10	5.76274981E-11
RA13	3.48467387E-11	-1.74712784E-10
RA14	-1.45151464E-11	3.01771364E-11
RA15	-3.10163706E-12	-4.20522148E-13
RA16	3.84723135E-13	-7.01830246E-13

[0202] 表 4

[0203] 示例 2 :基本透镜数据

Si 表面编号	Ri 曲率半径	Di 距离	Ndj 折射率	v <sub>dj</sub> 阿贝数
1	12.0000	0.85	1.83481	42.7
2	7.7547	3.00		
*3	333.8853	2.40	1.53389	56.0
*4	-188.2116	2.26		
5	-111.2925	0.70	1.88300	40.8
6	5.9612	1.45		
7	7.9606	1.85	1.92286	18.9
8	15.3951	D8		
[0204] 9	∞ (孔径光阑)	D9		
*10	14.8790	2.00	1.53389	56.0
*11	-27.1649	0.47		
12	11.7962	4.30	1.61800	63.3
13	-9.3009	0.10		
14	-72.9131	0.70	1.84666	23.8
15	7.0342	0.75		
16	18.7928	2.20	1.58144	40.8
17	-14.1574	D17		
18	∞	1.01	1.51633	64.1
19	∞	6.82		

[0205] \* :非球面表面

[0206] 表 5

[0207] 示例 2 :与变焦有关的数据

[0208]

项	广角端	长焦端
f	3.36	8.39
Fno.	1.82	3.18
2ω	90.62	41.16

D8	8.77	2.45
D9	8.58	1.94
D17	1.00	7.64

[0209] 表 6 : 示例 2 : 非球面表面数据

[0210]

表面编号	S3	S4
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	-1.84518151E-04	-1.34452536E-03
RA4	9.11020231E-04	1.50433453E-03
RA5	4.36869407E-05	-1.88326554E-05
RA6	-9.99470488E-06	-1.02662481E-05
RA7	-4.77789164E-07	-1.12222737E-06
RA8	3.77729589E-08	-8.06437604E-08
RA9	7.69951469E-09	1.03269414E-09
RA10	1.57751409E-09	1.07327708E-09
RA11	-1.53152663E-10	1.29361362E-10
RA12	-1.25879264E-11	3.43709353E-12

[0211]

表面编号	S10	S11
KA	1.86689146E+00	-2.34761165E+00
RA3	6.38886087E-04	8.63959607E-04
RA4	-1.72624605E-04	4.82943361E-04
RA5	1.56425637E-04	1.17579182E-04
RA6	-1.72640984E-05	1.95121845E-05
RA7	-1.15229550E-06	-7.32560718E-06

RA8	4.72324927E-08	1.36463243E-06
RA9	6.56977631E-08	-6.02693745E-08
RA10	-6.88442793E-09	-3.61578440E-10
RA11	-2.38022413E-10	-1.02638686E-10
RA12	-3.22383884E-11	-6.75284248E-12
RA13	1.02907272E-12	3.06525203E-12
RA14	5.19740494E-13	2.84165637E-12
RA15	-1.83177171E-13	-4.24793926E-13
RA16	-1.74412406E-16	5.14814396E-14

[0212] 表 7

[0213] 示例 3 :基本透镜数据

[0214]

Si 表面编号	Ri 曲率半径	Di 距离	Ndj 折射率	vdj 阿贝数
1	18.0197	0.80	1.78590	44.2
2	8.8085	3.13		
*3	-29.3048	2.54	1.53389	56.0
*4	-15.3177	0.26		
5	-387.3951	0.70	1.78590	44.2
6	5.9157	2.44		
7	7.9344	1.56	1.92286	18.9
8	11.3636	D8		
9	$\infty$ 孔径光阑	D9		
*10	11.4802	1.50	1.53389	56.0
*11	59.6824	0.10		
12	9.5074	4.20	1.49700	81.5
13	-11.0673	0.92		
14	14.9169	0.74	1.92286	20.9
15	6.0354	0.95		
16	17.4298	2.23	1.51742	52.4
17	-14.7168	D17		
18	$\infty$	1.01	1.51633	64.1
19	$\infty$	6.79		

[0215] \* :非球面表面

[0216] 表 8

[0217] 示例 3 :与变焦有关的数据

[0218]

项	广角端	长焦端
f	3.19	7.98
Fno.	1.84	3.10
2 $\omega$	93.23	43.22

D8	12.05	3.55
D9	7.10	0.95
D17	0.00	6.16

[0219] 表 9 : 示例 3 : 非球面表面数据

[0220]

表面编号	S3	S4
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	-3.92896399E-04	-2.13763767E-03
RA4	1.59073904E-03	2.91750862E-03
RA5	-5.69315036E-05	-3.58929668E-04
RA6	-3.09012532E-05	-2.16238082E-05
RA7	3.08376455E-06	3.52532145E-06
RA8	2.01913214E-07	5.85035760E-07
RA9	-3.35542117E-08	1.83747727E-08
RA10	7.17802063E-10	-1.27915817E-08
RA11	4.82375497E-10	-1.50321640E-09
RA12	-6.07407734E-11	2.23818828E-10

[0221]

表面编号	S10	S11
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.76132207E-03	1.62917632E-03
RA4	-1.20250122E-03	-2.54326990E-04
RA5	6.05031687E-04	3.97279047E-04
RA6	-8.55614525E-05	-2.21530506E-05
RA7	-4.99565629E-06	-9.51075191E-06



RA8	6.90298187E-07	1.17877317E-06
RA9	1.79779961E-07	-6.41427571E-08
RA10	4.74445204E-09	6.39564855E-09
RA11	-4.60842095E-10	3.66096527E-09
RA12	-2.98218247E-10	5.76689611E-11
RA13	3.48935761E-11	-1.74705742E-10
RA14	-1.45031348E-11	3.01805056E-11
RA15	-3.10067265E-12	-4.18867888E-13
RA16	3.84662428E-13	-7.01204898E-13

[0222] 表 10

[0223] 示例 4:基本透镜数据

Si 表面编号	Ri 曲率半径	Di 距离	Ndj 折射率	vdj 阿贝数
1	15.0647	0.80	1.78590	44.2
2	8.7870	3.39		
*3	-12.0041	1.68	1.53389	56.0
*4	-13.2378	0.72		
5	79.6843	0.70	1.83481	42.7
6	6.0492	2.40		
7	8.3918	1.57	1.92286	18.9
8	12.8384	D8		
[0224] 9	$\infty$ (孔径光阑)	D9		
*10	11.5886	1.50	1.53389	56.0
*11	62.6674	0.10		
12	9.3886	4.14	1.49700	81.5
13	-11.4819	0.84		
14	14.3873	0.70	1.92286	20.9
15	6.0411	1.06		
16	18.2998	2.26	1.51742	52.4
17	-14.5710	D17		
18	$\infty$	1.01	1.51633	64.1
19	$\infty$	6.91		

[0225] \* :非球面表面

[0226] 表 11

[0227] 示例 4 :与变焦有关的数据

[0228]

项	广角端	长焦端
f	3. 19	7. 99
Fno.	1. 85	3. 10
2 $\omega$	93. 11	43. 14

D8	12.11	3.55
D9	7.15	0.96
D17	0.00	6.19

[0229] 表 12 : 示例 4 : 非球面表面数据

[0230]

表面编号	S3	S4
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.97673389E-03	-5.14428429E-04
RA4	1.87516095E-03	3.12292451E-03
RA5	-8.83901056E-05	-3.73387017E-04
RA6	-3.46164616E-05	-2.15361781E-05
RA7	3.39216521E-06	3.59181888E-06
RA8	2.83246128E-07	6.11999137E-07
RA9	-3.25234250E-08	2.16820702E-08
RA10	-1.62438093E-10	-1.26000740E-08
RA11	4.02161038E-10	-1.56205805E-09
RA12	-4.93251419E-11	2.07287653E-10

[0231]

表面编号	S10	S11
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.94128295E-03	1.86623411E-03
RA4	-1.23941301E-03	-3.36191383E-04
RA5	6.08149148E-04	4.06331604E-04
RA6	-8.51668505E-05	-2.18876430E-05
RA7	-4.93462600E-06	-9.60813947E-06

RA8	6.94019051E-07	1.17663239E-06
RA9	1.80217543E-07	-6.42807894E-08
RA10	4.56975362E-09	6.62207183E-09
RA11	-4.56633408E-10	3.67837311E-09
RA12	-2.91798675E-10	6.28058891E-11
RA13	3.76317402E-11	-1.70699217E-10
RA14	-1.38781021E-11	3.16879777E-11
RA15	-2.99033991E-12	2.08736136E-13
RA16	3.59472958E-13	-8.60992007E-13

[0232] 表 13

[0233] 示例 5 :基本透镜数据

Si 表面编号	Ri 曲率半径	Di 距离	Ndj 折射率	vdj 阿贝数
1	17.7205	0.80	1.78590	44.2
2	8.7860	3.01		
*3	-36.6744	2.61	1.53389	56.0
*4	-19.6099	0.39		
5	421.7536	0.70	1.78590	44.2
6	5.9262	2.47		
7	8.0207	1.54	1.92286	18.9
8	11.4973	D8		
[0234] 9	$\infty$ (孔径光阑)	D9		
*10	11.3062	1.50	1.53389	56.0
*11	55.2334	0.10		
12	9.4789	4.16	1.49700	81.5
13	-11.2650	0.92		
14	14.8237	0.70	1.92286	20.9
15	6.0417	0.94		
16	16.2485	2.19	1.51742	52.4
17	-15.4996	D17		
18	$\infty$	1.01	1.51633	64.1
19	$\infty$	6.85		

[0235] \* :非球面表面

[0236] 表 14

[0237] 示例 5 :与变焦有关的数据

[0238]

项	广角端	长焦端
f	3. 20	7. 99
Fno.	1. 85	3. 10
2 $\omega$	93. 25	43. 15

D8	12.04	3.55
D9	7.09	0.95
D17	0.00	6.14

[0239] 表 15 : 示例 5 : 非球面表面数据

[0240]

表面编号	S3	S4
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	-4.30601440E-04	-2.45942098E-03
RA4	1.43624994E-03	2.89828666E-03
RA5	-3.55884451E-05	-3.71151955E-04
RA6	-3.08553414E-05	-2.14177604E-05
RA7	2.83817696E-06	3.61955608E-06
RA8	1.79586380E-07	5.91009605E-07
RA9	-3.24112553E-08	1.81447671E-08
RA10	1.20108913E-09	-1.28743984E-08
RA11	5.15204525E-10	-1.51244540E-09
RA12	-6.86137874E-11	2.22680423E-10

[0241]

表面编号	S10	S11
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.76814202E-03	1.62203935E-03
RA4	-1.21678337E-03	-2.45116314E-04
RA5	6.06179046E-04	3.88478822E-04
RA6	-8.58569578E-05	-2.21235612E-05
RA7	-4.99796243E-06	-9.42747893E-06

RA8	6.97601547E-07	1.19048864E-06
RA9	1.81003252E-07	-6.30576600E-08
RA10	4.91247208E-09	6.49947884E-09
RA11	-4.43304548E-10	3.66517494E-09
RA12	-2.94072014E-10	5.85100526E-11
RA13	3.45122935E-11	-1.74157715E-10
RA14	-1.43374070E-11	2.94645898E-11
RA15	-3.18348899E-12	-4.90574065E-13
RA16	3.91257516E-13	-6.76391292E-13

[0242] 表 16

[0243] 示例 6 :基本透镜数据

[0244]

Si 表面编号	Ri 曲率半径	Di 距离	Ndj 折射率	vdj 阿贝数
1	17.9420	0.80	1.78590	44.2
2	8.7868	2.94		
*3	-70.8941	2.93	1.53389	56.0
*4	-26.6446	0.37		
5	400.8261	0.70	1.78590	44.2
6	5.8867	2.44		
7	8.1404	1.54	1.92286	18.9
8	11.8520	D8		
9	$\infty$ (孔径光阑)	D9		
*10	11.2098	1.50	1.53389	56.0
*11	52.9915	0.10		
12	9.2969	4.14	1.49700	81.5
13	-11.5666	0.87		
14	14.2844	0.70	1.92286	20.9
15	5.9671	0.95		
16	15.0986	2.25	1.51742	52.4
17	-16.6844	D17		
18	$\infty$	1.01	1.51633	64.1
19	$\infty$	6.81		

[0245] \* :非球面表面

[0246] 表 17

[0247] 示例 6 :与变焦有关的数据

[0248]

项	广角端	长焦端
f	3. 18	7. 95
Fno.	1. 84	3. 10
2 $\omega$	93. 44	43. 18



D8	11.88	3.55
D9	7.11	0.96
D17	0.00	6.15

[0249] 表 18 : 示例 6 : 非球面表面数据

[0250]

表面编号	S3	S4
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.15512555E-03	-1.94623465E-03
RA4	4.63209518E-04	2.52796589E-03
RA5	1.00473917E-04	-3.74279507E-04
RA6	-2.62873609E-05	-1.43978882E-05
RA7	1.35555017E-06	4.10668149E-06
RA8	5.74392491E-09	5.42252724E-07
RA9	-2.60745641E-08	4.15486735E-09
RA10	5.11033586E-09	-1.45090144E-08
RA11	8.64355180E-10	-1.53424052E-09
RA12	-1.44079980E-10	2.60125627E-10

[0251]

表面编号	S10	S11
KA	1.00000000E+00	1.00000000E+00
RA3	1.92172358E-03	1.98334763E-03
RA4	-1.18082835E-03	-3.45009857E-04
RA5	5.95776768E-04	4.03232975E-04
RA6	-8.55219828E-05	-2.20337853E-05
RA7	-4.72078410E-06	-9.21699036E-06

RA8	7.37744871E-07	1.20539081E-06
RA9	1.82849964E-07	-6.65042934E-08
RA10	5.54926203E-09	5.97488617E-09
RA11	-3.93487769E-10	3.82001970E-09
RA12	-2.92839034E-10	9.08656714E-11
RA13	3.11584436E-11	-1.56124185E-10
RA14	-1.47954864E-11	2.62156555E-11
RA15	-2.87211663E-12	1.04054388E-12
RA16	3.00829759E-13	-1.03639592E-12

[0252] 表 19 显示了与示例 1-6 的变焦镜头的条件公式 (1-1) 至 (1-5)、(2-1) 至 (2-6)、和 (3) 至 (9) 相对应的值。这里所示的值是由条件公式中的每一个确定的条件（即，其变量部分）的值。例如，在行“条件公式 (3)”中显示  $f_w/f_{G12}$  的值。由所有条件公式 (1-1) 至 (1-4) 确定的条件是  $f_w/f_2$ 。因此，这些条件公式被汇总，并在行“条件公式 (1)”中显示了  $f_w/f_2$  的值。由所有条件公式 (2-1) 至 (2-5) 确定的条件是  $|f_w/f_1|$ 。因此，这些条件公式被汇总，并在行“条件公式 (2)”中显示了  $|f_w/f_1|$  的值。表 19 中的值与 d 线有关。

[0253] 表 19

[0254]

	示例 1	示例 2	示例 3	示例 4	示例 5	示例 6
条件公式 (1)	0.317	0.344	0.319	0.317	0.320	0.320
条件公式 (2)	0.409	0.453	0.409	0.409	0.410	0.412
条件公式 (3)	0.019	0.015	0.056	-0.007	0.043	0.041
条件公式 (4)	0.774	0.758	0.778	0.775	0.781	0.777
条件公式 (5)	-0.046	-0.033	-0.138	0.017	-0.104	-0.099
条件公式 (6)	0.373	0.345	0.324	0.445	0.284	0.234
条件公式 (7)	10.726	0.279	3.190	-20.460	3.298	2.204
条件公式 (8)	3.194	4.653	2.913	3.799	2.967	2.920
条件公式 (9)	2.374	2.006	2.386	2.369	2.372	2.369

[0255] 分别在图 7(A) 至图 7(D) 中图示了示例 1 的变焦镜头在广角端处的球面像差、像散像差、畸变、和横向色像差。分别在图 7(E) 至图 7(H) 中图示了示例 1 的变焦镜头在长焦端处的球面像差、像散像差、畸变、和横向色像差。

[0256] 图示像差的图中的每一个都使用 d 线 (波长 :587.6nm) 作为标准。然而,在图示球面像差的图中还显示了关于 g 线 (波长 :435.8nm) 和 C 线 (波长 :656.3nm) 的像差。在图示像散像差的图中,径向方向的像差由实线表示,而切向方向的像差由虚线表示。在图示球面像差的图中,“Fno.”表示 F 值。在图示像差的其它图中, $\omega$  表示半视场角。

[0257] 类似地,在图 8(A) 至图 8(H) 中图示了示例 2 的变焦镜头的像差。另外,在图 9-12 中图示了示例 3-6 的变焦镜头的像差。

[0258] 接下来,描述根据本发明的一个实施例的成像设备。图 13 是示意性地图示了根据本发明的实施例的采用本发明的实施例的变焦镜头 1 的成像设备 10 的图。成像设备可以是监视照相机、摄像机、电子静态式照相机等。

[0259] 图 13 中所示的成像设备 10 配备有 :变焦镜头 1 ;捕获由变焦镜头 1 聚焦的对象的图像的成像装置 2,所述成像装置朝向变焦镜头 1 的图像侧设置 ;处理从成像装置 2 输出的信号的信号处理部 4 ;改变变焦镜头 1 的放大倍率的放大倍率控制部 5 ;和执行聚焦调节的聚焦控制部 6。要注意的是各种滤光器等可以适当地设置在变焦镜头 1 与成像装置 2 之间。

[0260] 变焦镜头 1 包括 :具有负折射本领的第一透镜组 G1,当放大倍率从广角端向长焦端变化时,所述第一透镜组沿着凸向图像侧的轨迹移动 ;具有正折射本领的第二透镜组 G2,当放大倍率从广角端向长焦端变化时,所述第二透镜组朝向物体侧单调移动 ;和固定孔径光阑 St。要注意的是在图 13 中示意性地示出了透镜组。

[0261] 成像装置 2 捕获由变焦镜头 1 形成的光学图像并输出电信号。成像装置的成像表面被设置成与变焦镜头 1 的成像平面相匹配。CCD、CMOS 等可以被用作成像装置 2。

[0262] 要注意的是虽然在图 13 中未示出,但是成像设备 10 可以进一步配备有模糊校正机构,所述模糊校正机构使构成第二透镜组 G2 的一部分的具有正折射本领的透镜例如在垂直于光轴 Z 的方向上移动以校正由于抖动手的振动而导致获得的图像的模糊。

[0263] 成像设备 10 配备有本发明的显示上述有益效果的变焦镜头。因此,可以获得有利的光学性能,并且可以实现小型化、成本降低和宽视场角。

[0264] 已经参照本发明的实施例和示例描述了本发明。然而,本发明不局限于上述实施例和示例,而是可以进行各种修改。例如,曲率半径、表面之间的距离、折射率、阿贝数、非球面表面系数等的值不局限于与结合示例所示的数据,而是可以是其它值。

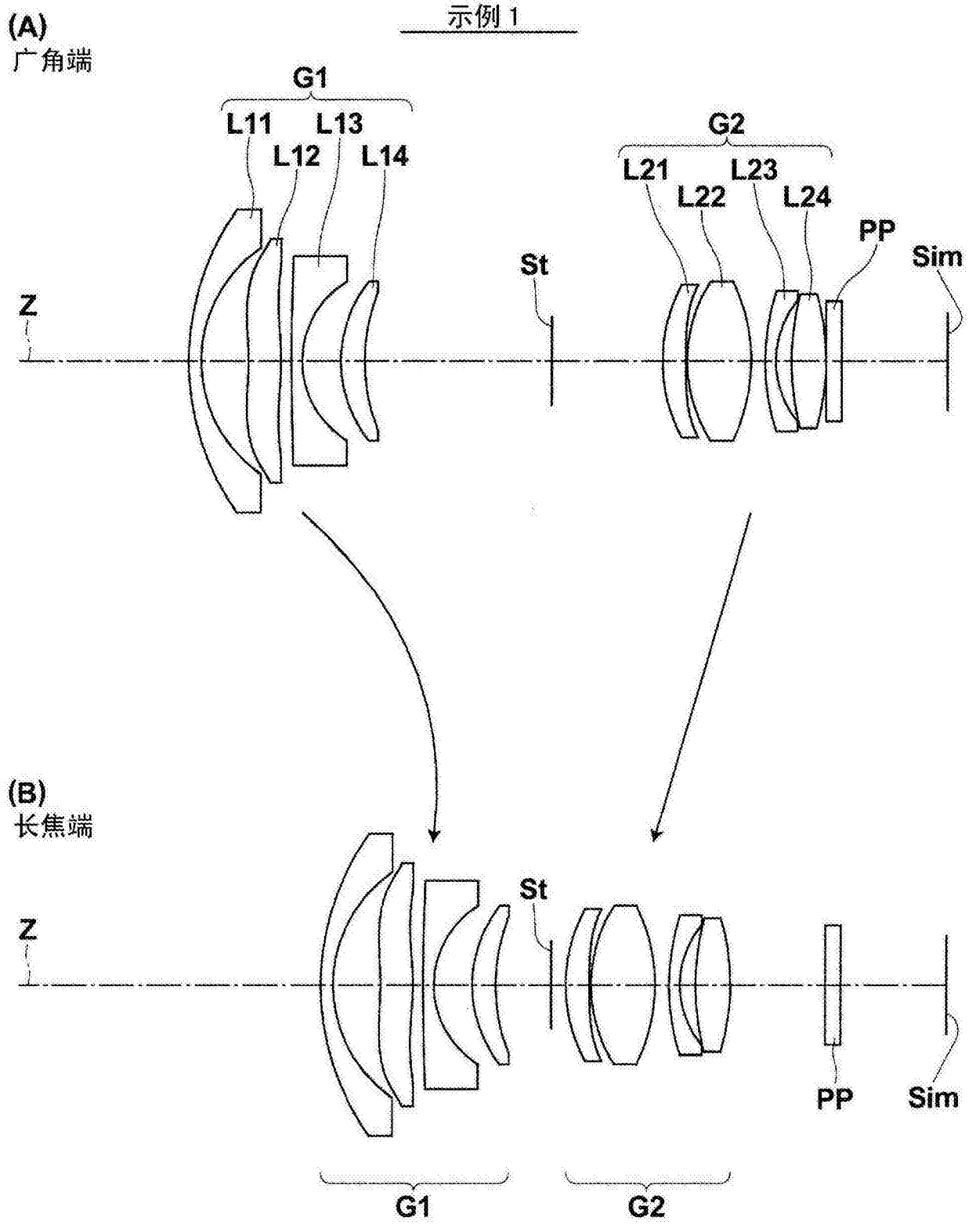


图 1

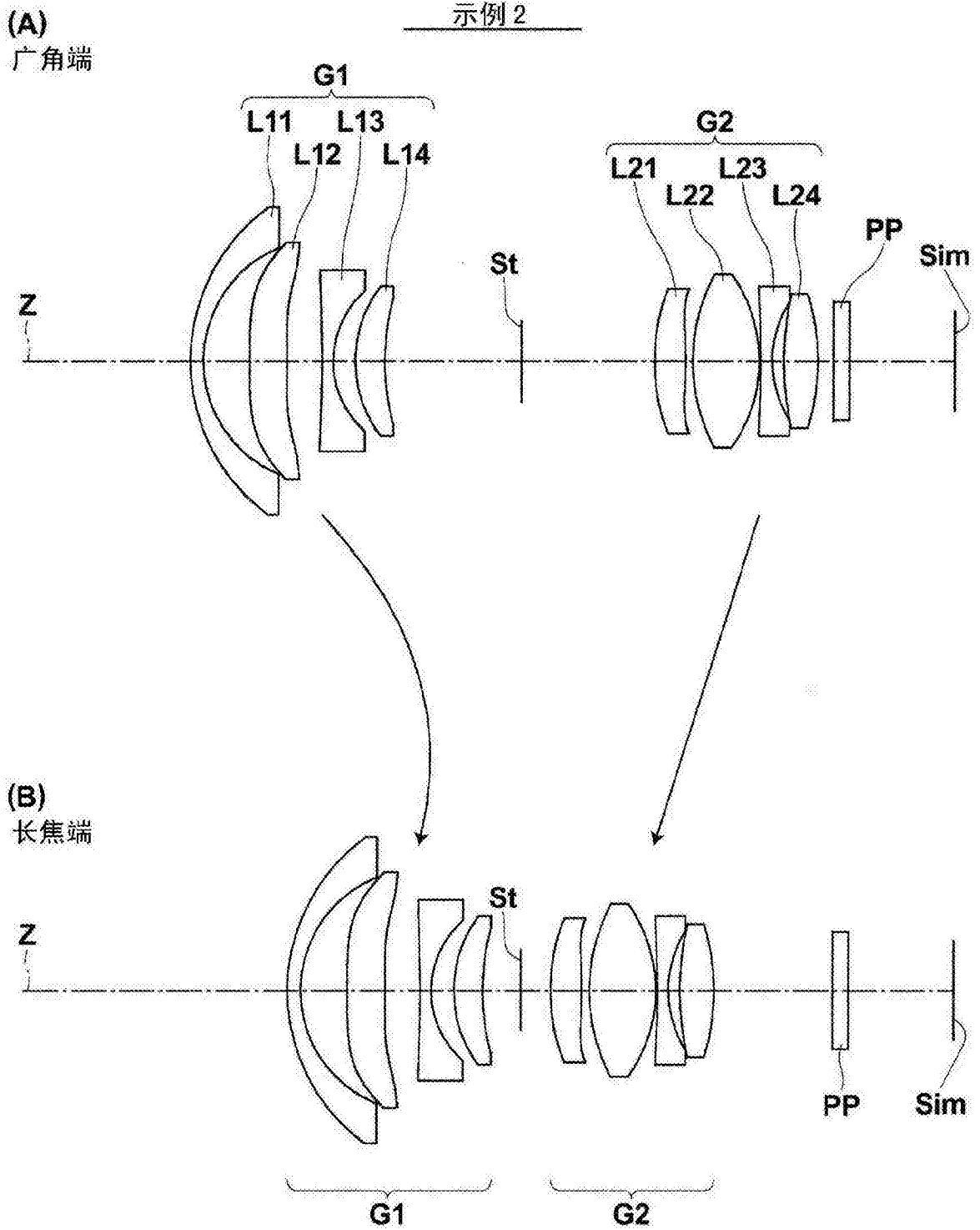


图 2

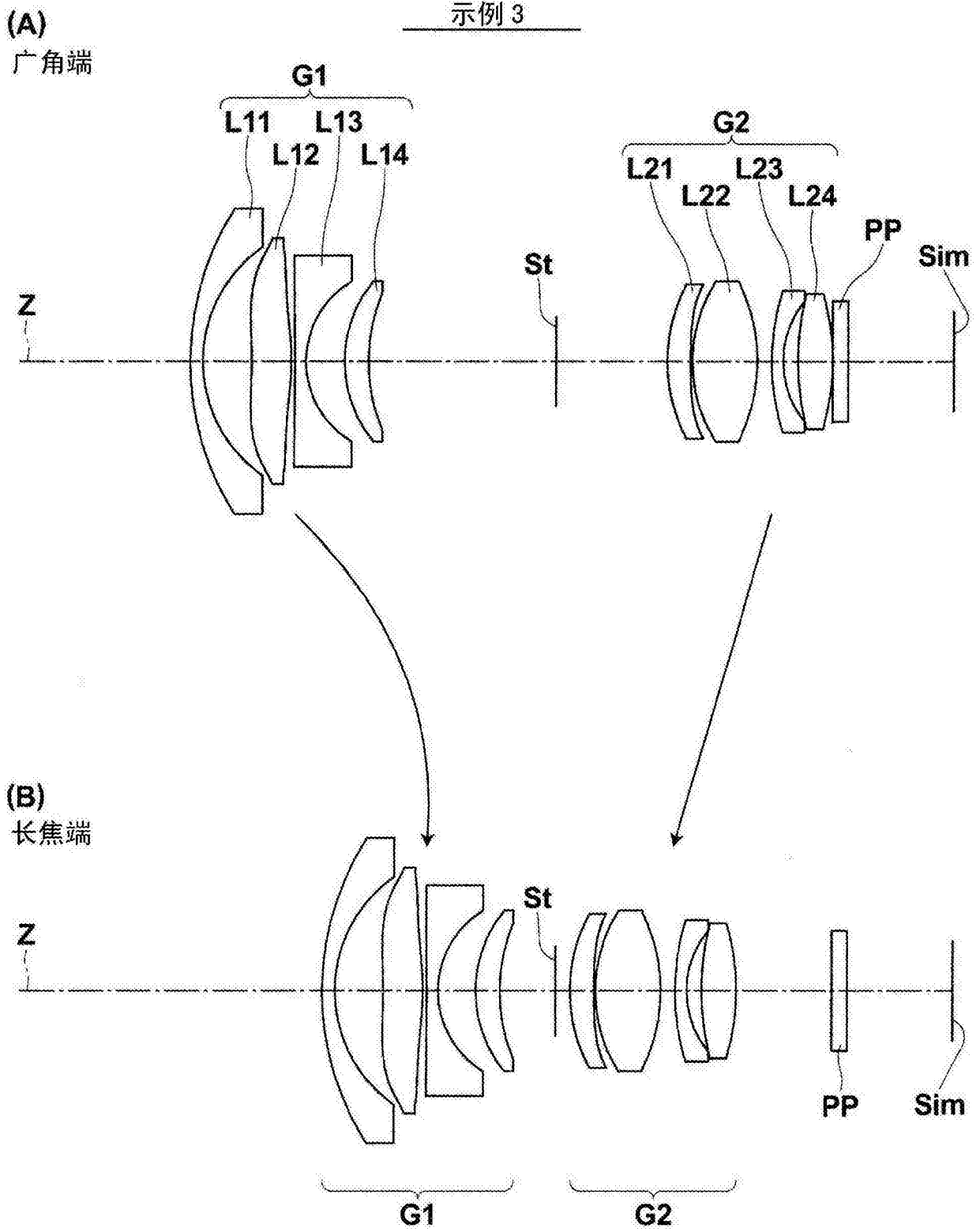
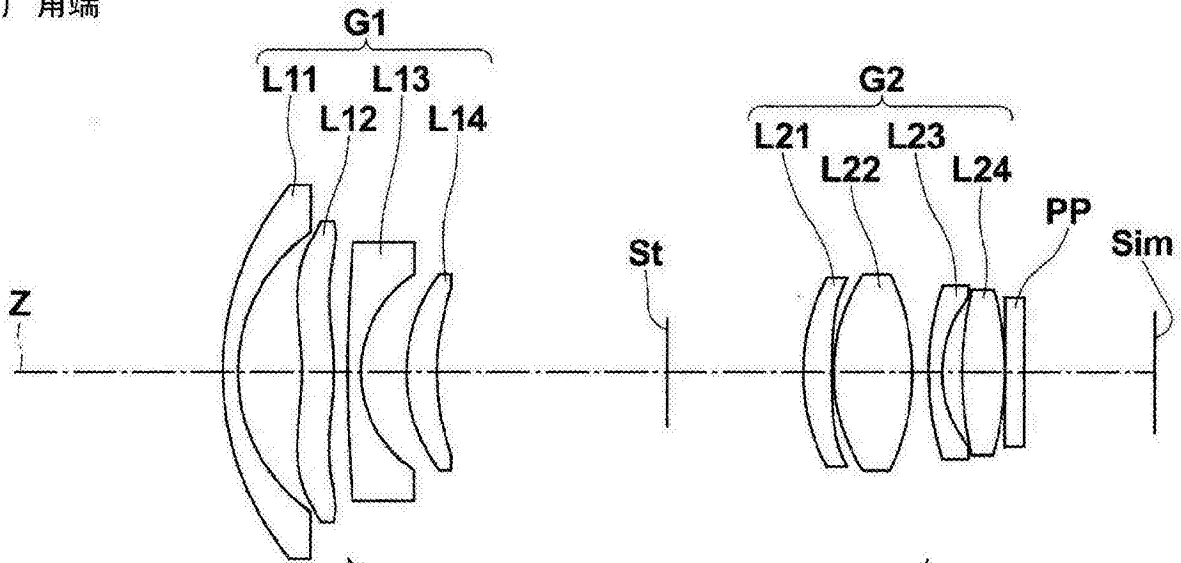


图 3

(A)

广角端

示例 4



(B)

长焦端

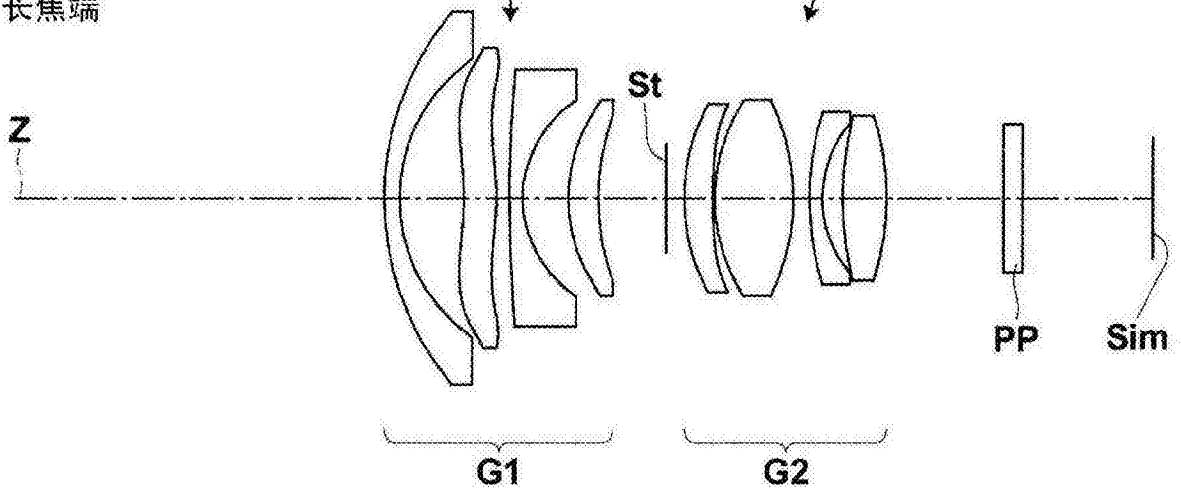


图 4

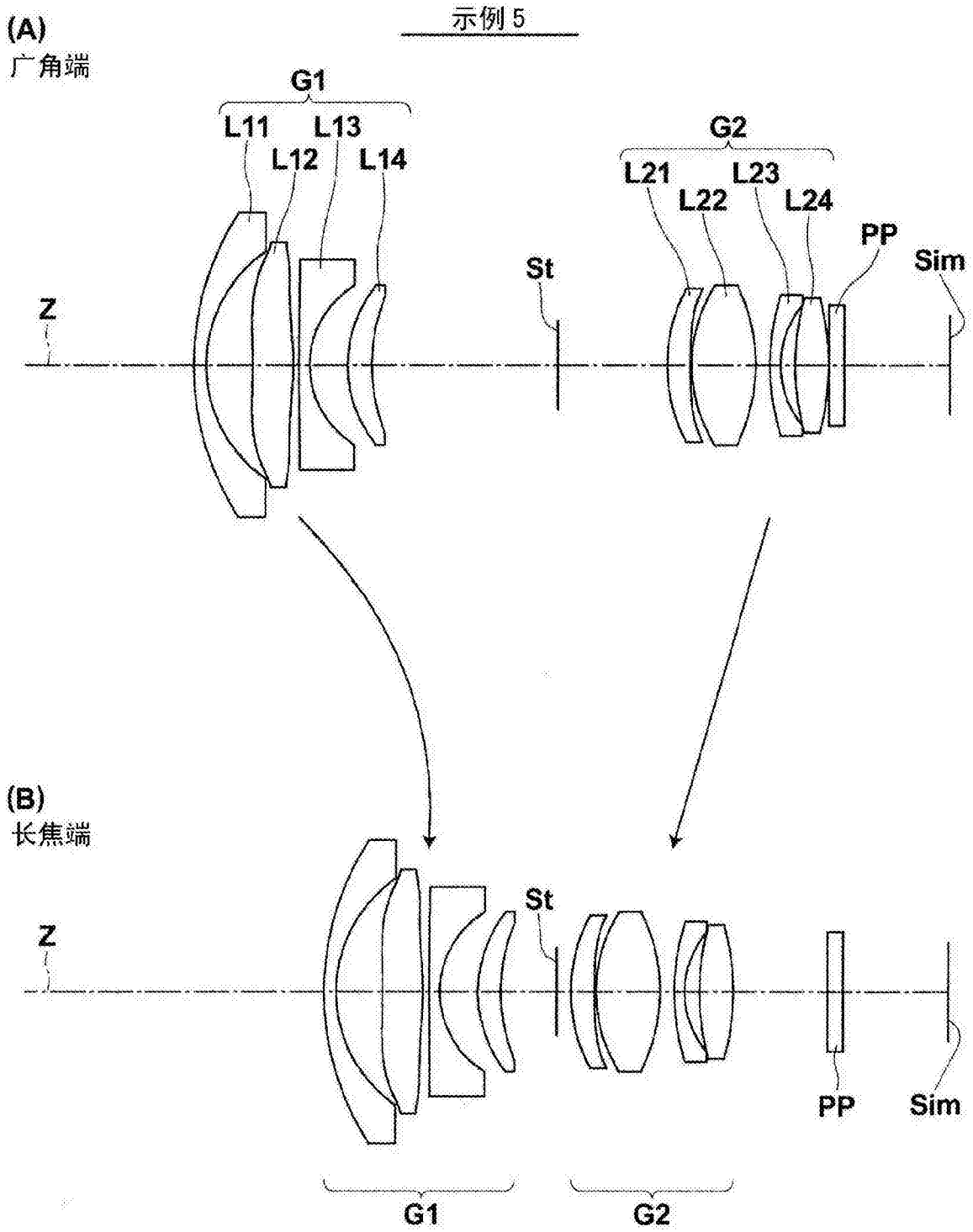
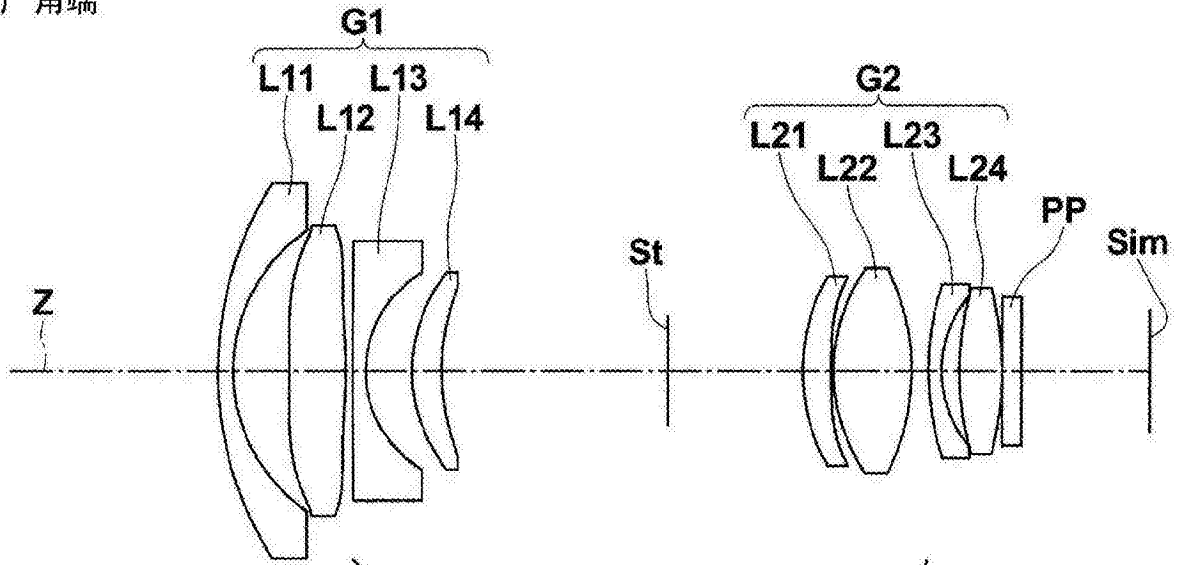


图 5



(A)  
广角端

示例 6



(B)  
长焦端

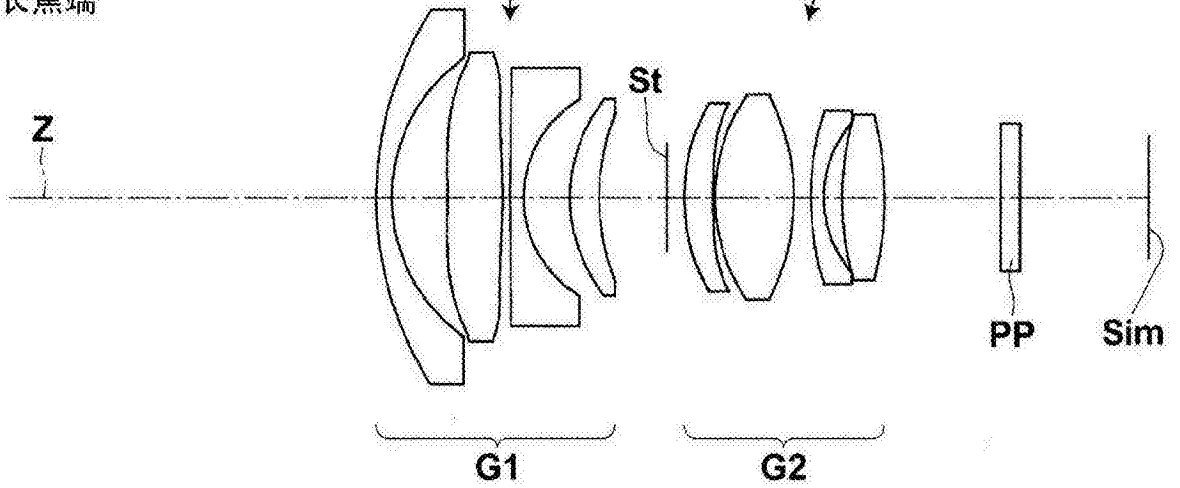


图 6

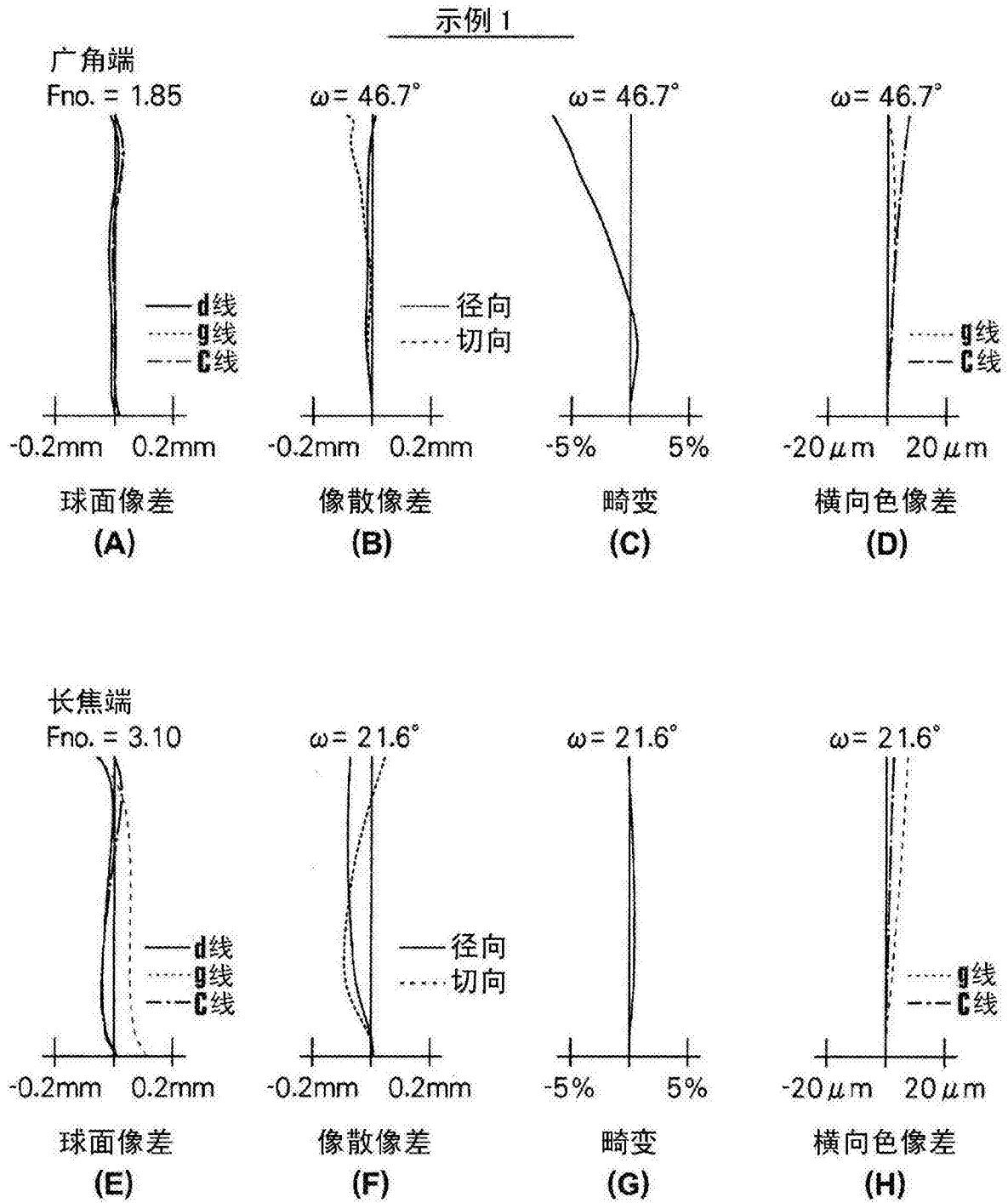


图 7

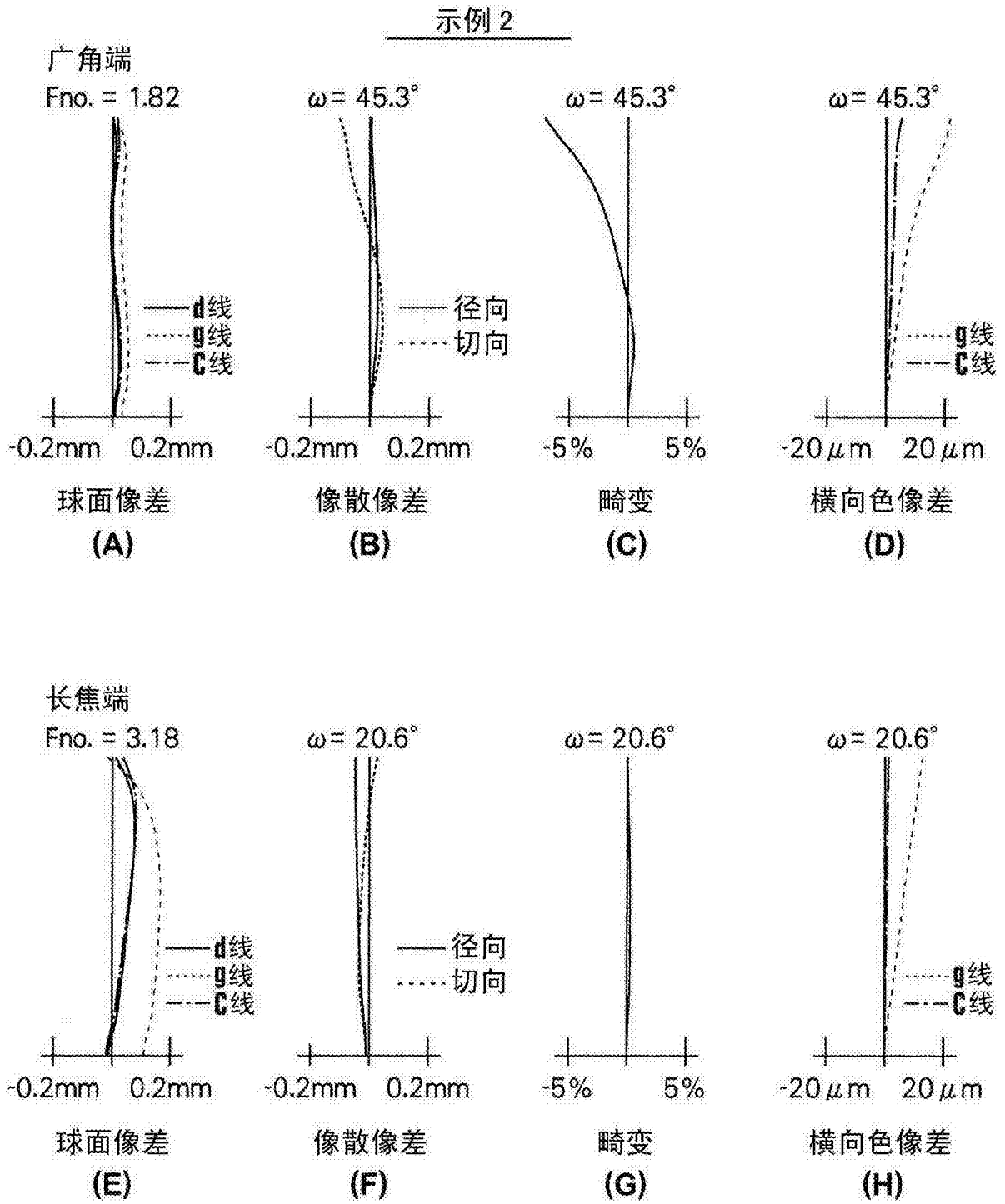


图 8

示例 3

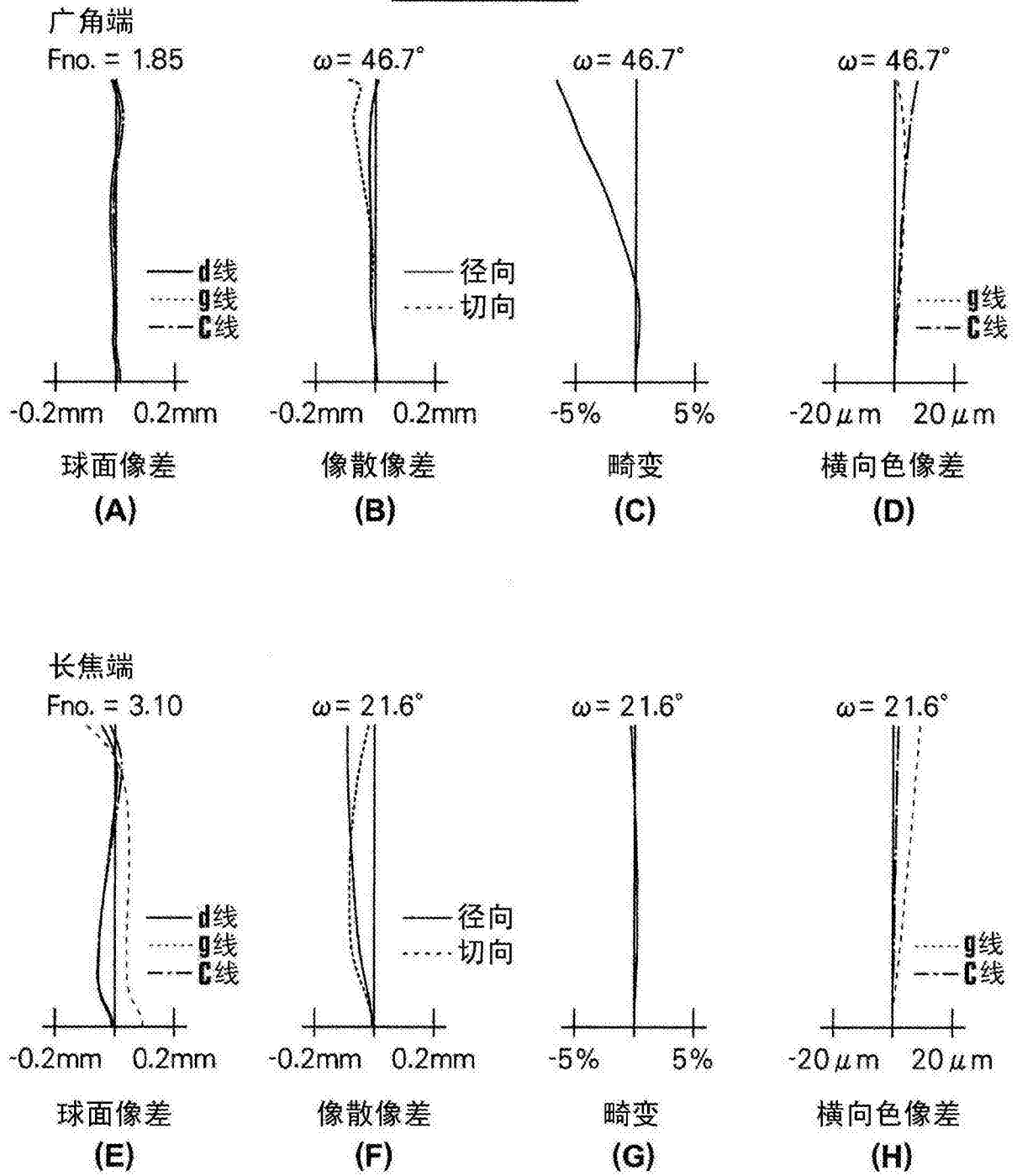


图 9

示例 4

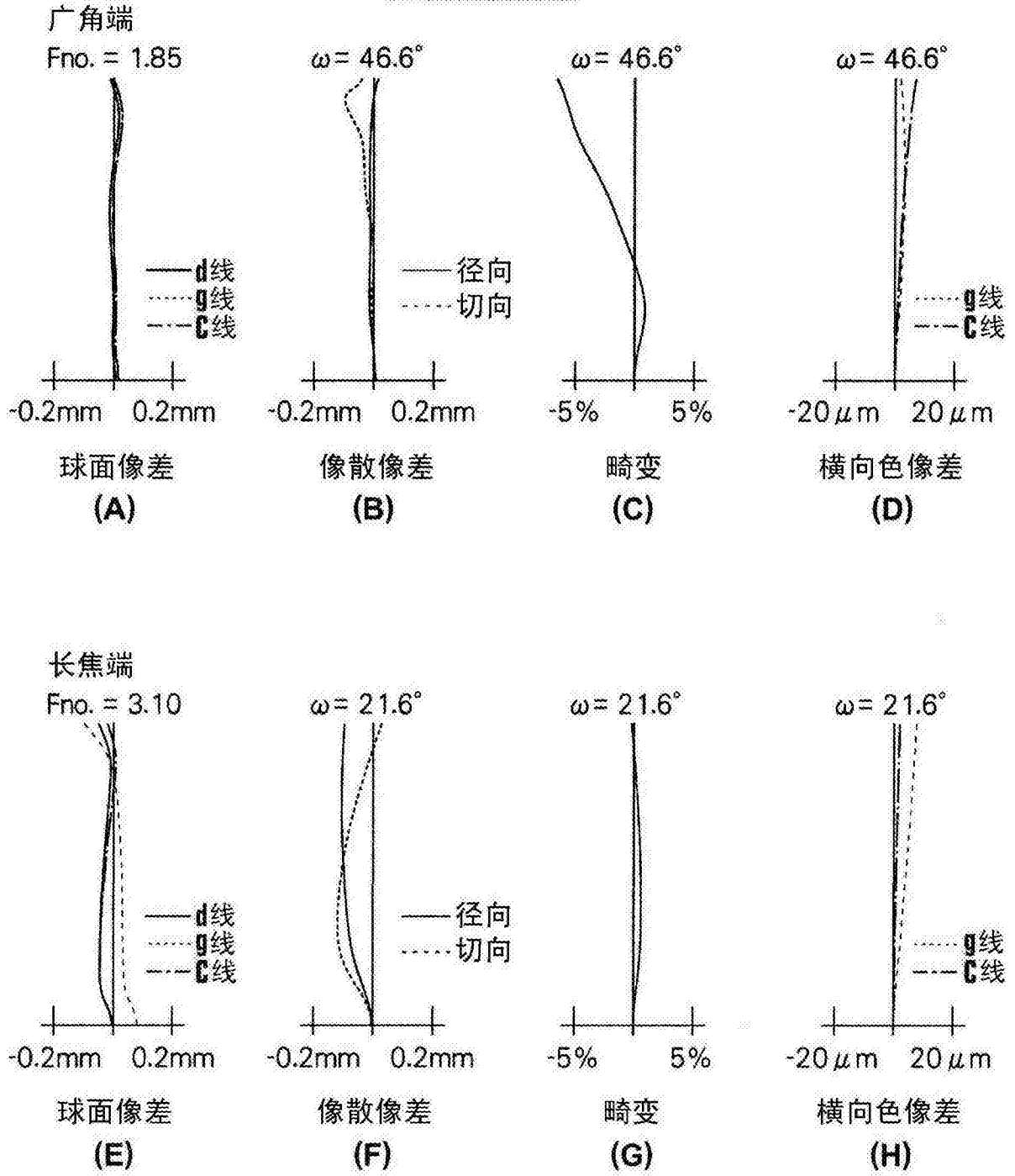


图 10

示例 5

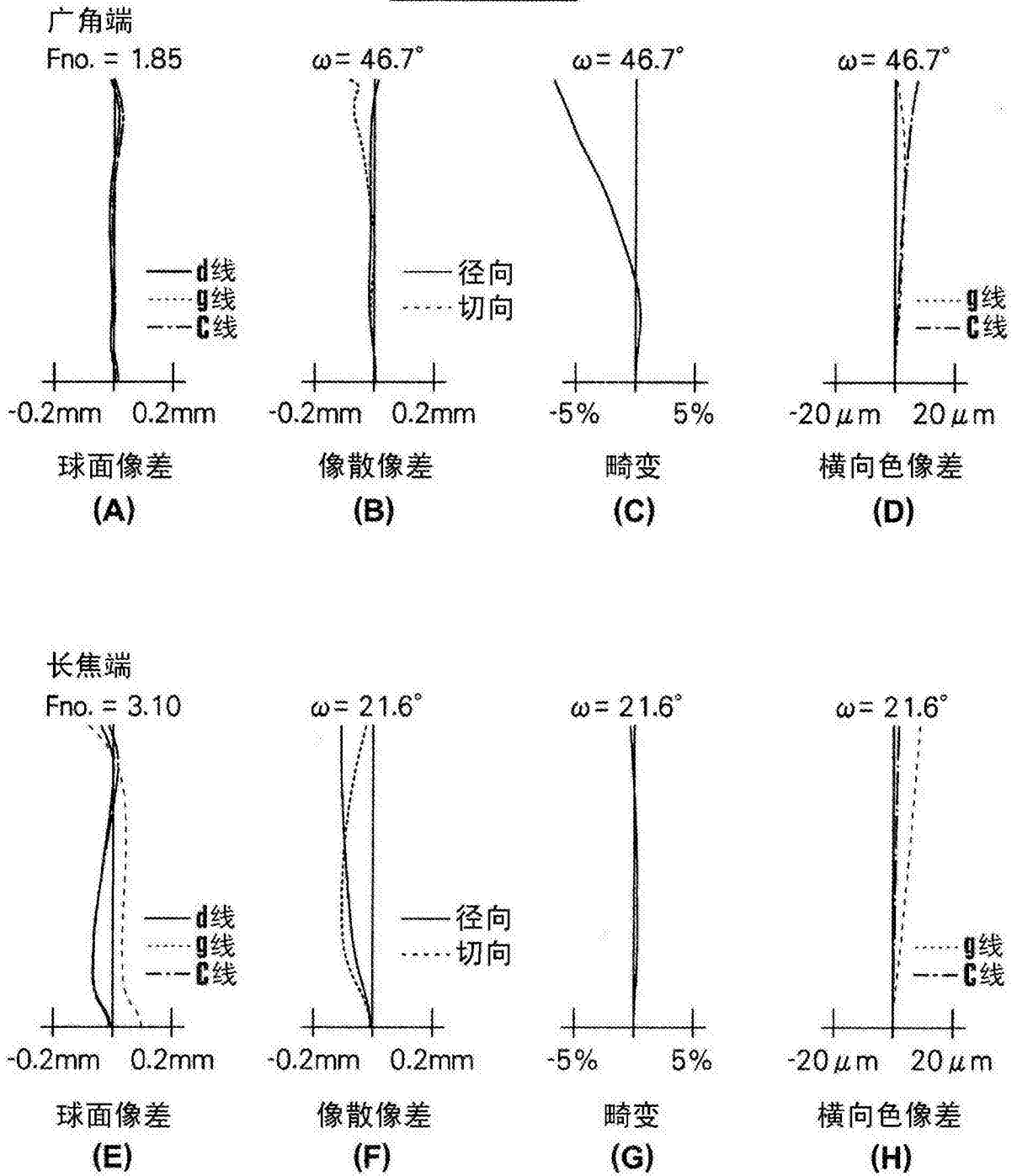


图 11

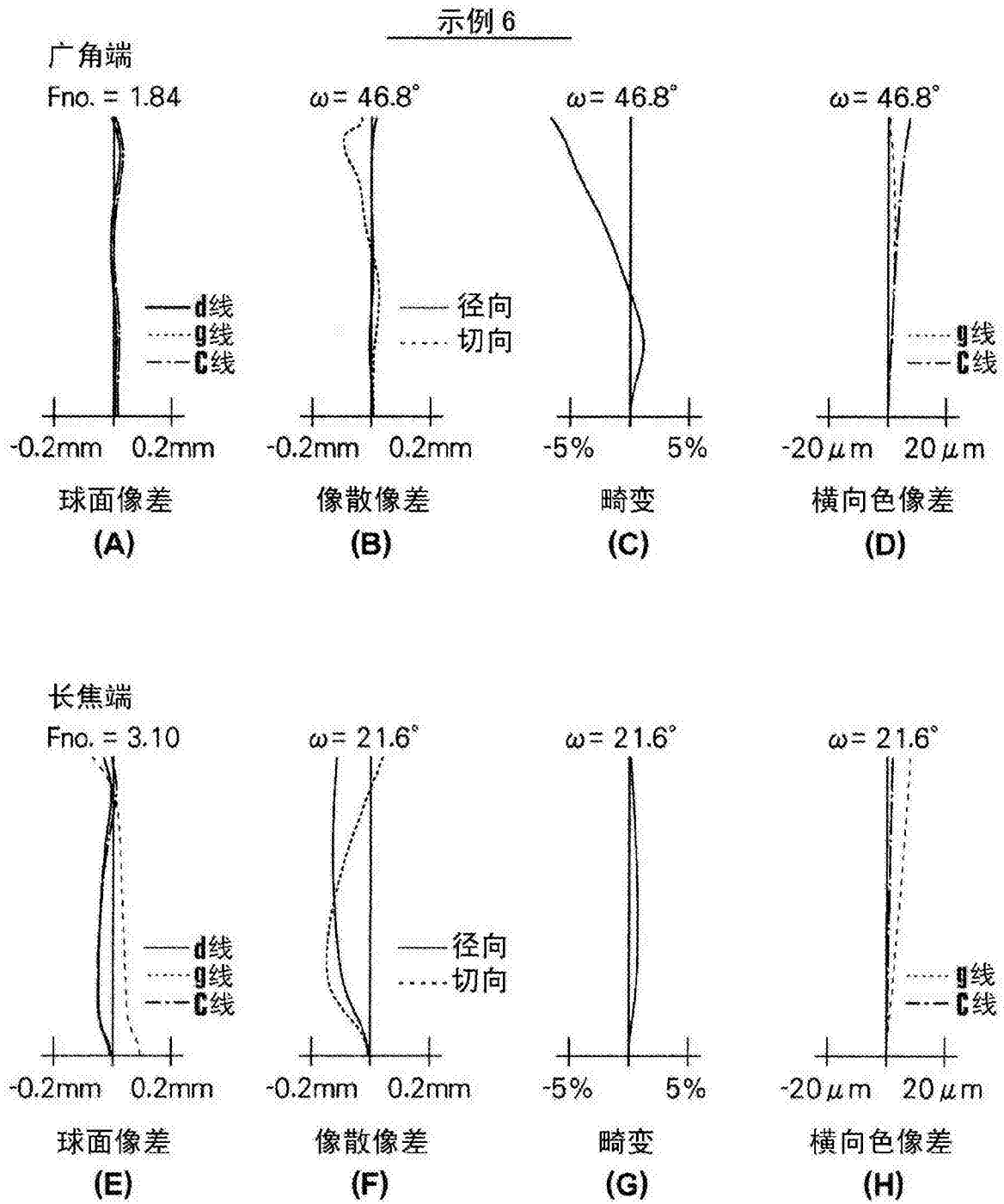


图 12

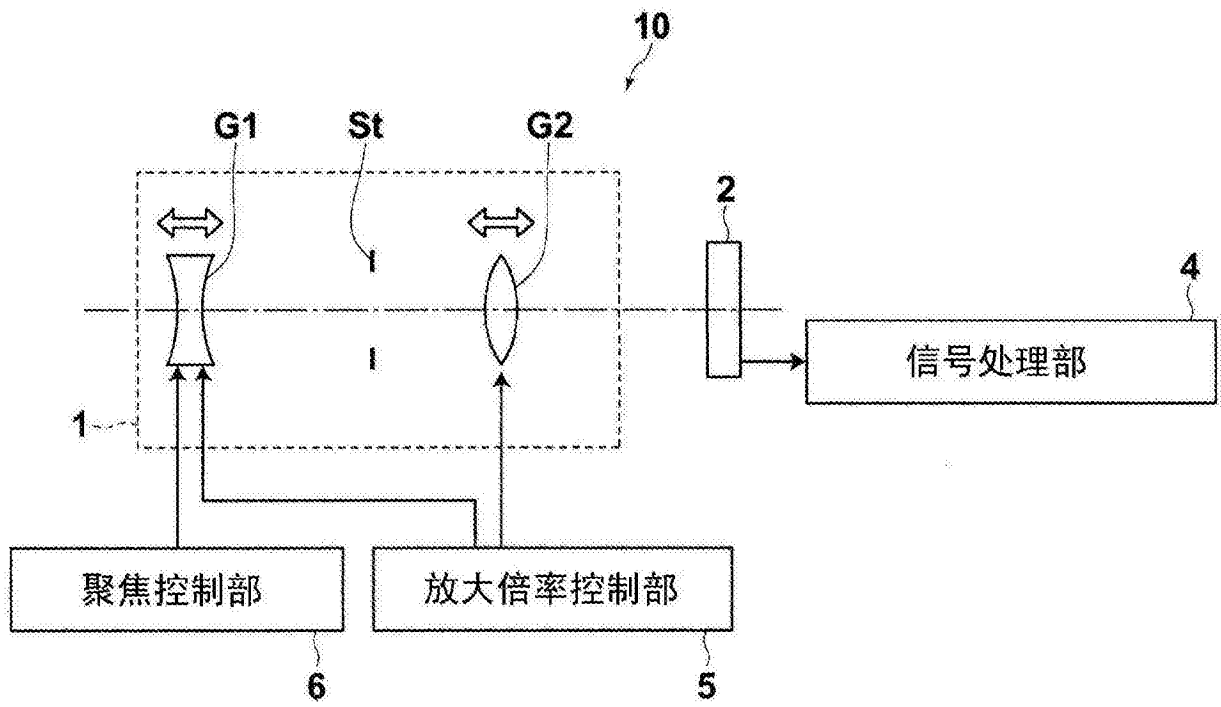


图 13