



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118805127 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 18

(21) 申请号 202380027786.3

(22) 申请日 2023.01.17

(30) 优先权数据

2022-049761 2022.03.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/001082 2023.01.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/181602 JA 2023.09.28

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本

(72) 发明人 福井厚司 荒木要介 上水和平

松田孝司 高田和政

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

专利代理师 韩丁

(51) Int.Cl.

G02B 30/56 (2006.01)

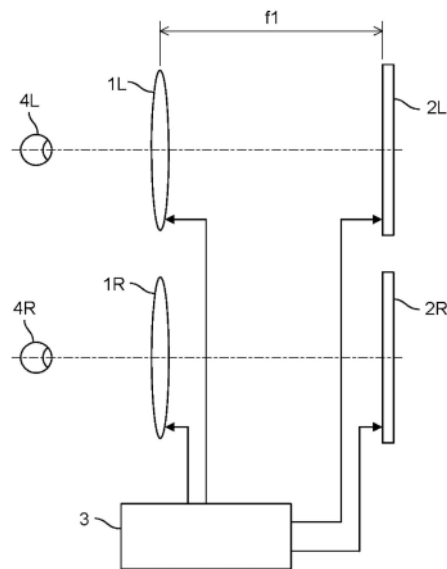
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

显示装置以及显示方法

(57) 摘要

本实施方式所涉及的显示装置具备:能变更焦距的可变焦点透镜;与可变焦点透镜对置配置的显示器;和控制可变焦点透镜的焦距并且使显示器显示图像的控制装置。控制装置在使显示器显示远方的像时,拉长可变焦点透镜的焦距,另一方面,在使显示器显示近旁的像时,缩短可变焦点透镜的焦距。



1. 一种显示装置,具备:
可变焦点透镜,其能变更焦距;
显示器,其与所述可变焦点透镜对置配置;和
控制装置,其控制所述可变焦点透镜的焦距,并且使所述显示器显示图像,
所述控制装置在使所述图像中显示远方的像时,拉长所述可变焦点透镜的焦距,在使所述图像中显示近旁的像时,缩短所述可变焦点透镜的焦距。
2. 根据权利要求1所述的显示装置,其中
所述控制装置使所述显示器按焦距的长度顺序依次显示由设定为相互不同的多个焦距的多个图像构成的图像群,并且将所述可变焦点透镜的焦距设定为显示于所述显示器的所述图像的焦距。
3. 根据权利要求2所述的显示装置,其中,
在使所述可变焦点透镜的焦距变化的同时,经由所述可变焦点透镜摄像所述图像群。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的显示装置,其中,
所述显示装置还具备:
第1中继透镜,其具有入射面和出射面;和
第2中继透镜,其具有入射面和出射面,
所述第1中继透镜的出射面侧的焦平面与用户的瞳孔的位置重叠,
所述第2中继透镜的入射面侧的焦平面与所述第1中继透镜的入射面侧的焦平面重叠,
在所述第2中继透镜的出射面侧的焦平面配置所述可变焦点透镜。
5. 根据权利要求4所述的显示装置,其中,
所述第1中继透镜以及所述第2中继透镜各自是菲涅耳透镜。
6. 根据权利要求5所述的显示装置,其中,
所述控制装置将所述图像分解成与RGB的颜色对应的3个图像,使所述3个图像显示于所述显示器,并且,将所述可变焦点透镜的焦距设定为显示于所述显示器的所述3个图像各自的焦距。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的显示装置,其中,
所述显示装置还具备:
第1传感器,其检测用户的瞳孔的位置;和
第2传感器,其检测所述用户的头的朝向,
所述控制装置基于所述第1传感器以及所述第2传感器的检测结果来算出所述用户的视线方向,使焦点对准虚拟空间上在所述视线方向上最靠近所述用户的物体而生成的图像显示于所述显示器,将所述可变焦点透镜的焦距设定为该图像的焦距。
8. 一种显示方法,使用了显示装置,
所述显示装置具备:
可变焦点透镜,其能变更焦距;显示器,其与所述可变焦点透镜对置配置;和控制装置,其控制所述可变焦点透镜的焦距,并且使所述显示器显示图像,
所述显示方法具有:
第1步骤,生成由设定为相互不同的多个焦距的多个图像构成的图像群;
第2步骤,使所述显示器按所述图像的焦距的长度顺序依次显示所述图像群,并且将所

述可变焦点透镜的焦距设定为与显示于所述显示器的所述图像对应的焦距；和
第3步骤，在所述第2步骤之后，再生成所述图像群，再次进行所述第2步骤。

9. 一种显示方法，使用了显示装置，

所述显示装置具备：

可变焦点透镜，其能变更焦距；显示器，其与所述可变焦点透镜对置配置；和控制装置，其控制所述可变焦点透镜的焦距，并且使所述显示器显示图像，

所述显示方法具有如下步骤：

根据用户的瞳孔的位置以及所述用户的头的朝向来检测所述用户的视线方向；

生成设定为焦点对准虚拟空间上在所述视线方向上最靠近所述用户的物体的图像；和

将所述图像显示于所述显示器，并且将所述可变焦点透镜的焦距设定为所述图像的焦距。

显示装置以及显示方法

技术领域

[0001] 本公开涉及能立体地看到虚拟空间上的物体的显示装置以及显示方法。

背景技术

[0002] 人通过辐辏角(相对于物体的两眼的视线方向所成的角度)以及两眼视差(在右眼和左眼能看到的图像的差异),能感受物体的立体感、纵深感。通过利用该辐辏角以及两眼视差,能使人三维地识别显示于二维显示器的物体。

[0003] 例如,在专利文献1中,通过在左眼用的显示器和右眼用的显示器分别显示给出辐辏角和两眼视差的图像,能显示有立体感、纵深感的虚像。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:JP特开2001-148871号公报

发明内容

[0007] 但在专利文献1的结构中,从两眼到虚像的距离始终固定。因此,由于从两眼到通过辐辏角和两眼视差而给出的物体的距离与从两眼到虚像的距离并不一致,因此,有可能产生眼的不协调感。

[0008] 此外,人通常会因无意识地交替看近旁以及远方而使眼的肌肉活动,来防止疲劳蓄积。但在虚拟空间上,由于即使看远方以及近旁,也不进行眼的焦距调整,因此,易于因长时间持续看而产生疲劳。

[0009] 因此,本公开的目的在于,提供在能立体地看到虚拟空间上的物体的显示装置以及显示方法中减轻了眼的不协调感、疲劳感的显示装置以及显示方法。

[0010] 为了达成上述的目的,本公开的一实施方式所涉及的显示装置具备:可变焦点透镜,其能变更焦距;显示器,其与所述可变焦点透镜对置配置;和控制装置,其控制所述可变焦点透镜的焦距,并且使所述显示器显示图像,所述控制装置在使所述图像中显示远方的像时,拉长所述可变焦点透镜的焦距,另一方面,在使所述图像中显示近旁的像时,缩短所述可变焦点透镜的焦距。

[0011] 根据本公开,在能立体地看到虚拟空间上的物体的显示装置中,能减轻眼的不协调感、疲劳感。

附图说明

[0012] 图1是第1实施方式所涉及的显示装置的示意图。

[0013] 图2是表示第1实施方式所涉及的可变焦点透镜的焦距的变化的图表。

[0014] 图3是用于说明第1实施方式所涉及的生成存放于控制装置的图像群的方法的图。

[0015] 图4是用于说明第1实施方式所涉及的显示装置的动作原理的图。

[0016] 图5是表示第1实施方式所涉及的在显示器显示图像时的处理的流程图。

- [0017] 图6是第2实施方式所涉及的显示装置的示意图。
- [0018] 图7是表示第2实施方式所涉及的可变焦点透镜的焦距的变化的图表。
- [0019] 图8是第3实施方式所涉及的显示装置的示意图。
- [0020] 图9是第3实施方式所涉及的由摄像机摄像的图像例。
- [0021] 图10是表示第3实施方式所涉及的在显示器显示图像时的处理的流程图。

具体实施方式

[0022] 以下,基于附图来详细说明本发明的实施方式。以下的优选的实施方式的说明本质上只是例示,完全不意在限制本发明、其运用物或其用途。另外,在以下的说明中,对相同部分标注相同附图标记,适宜省略详细的说明。

[0023] (第1实施方式)

[0024] 图1是第1实施方式所涉及的显示装置的示意图。

[0025] 如图1所示那样,第1实施方式所涉及的显示装置具备可变焦点透镜1L、1R、显示器2L、2R以及控制装置3。如图1所示那样,在用户的左眼4L(右眼4R)的视线方向上配置可变焦点透镜1L(1R)以及显示器2L(2R)。

[0026] 可变焦点透镜1L(1R)是使焦距 f 连续变化的可变焦点透镜。可变焦点透镜1L(1R)通过在内部封入液体的压电元件或电磁线圈等的物理形状变化来使液体进出,从而使表面形状变形,由此来使焦距 f 变化。可变焦点透镜1L(1R)由于利用物理形状变化改变焦距 f ,因此,透镜直径越小,能进行越高速的响应。另外,在以下的说明中,将可变焦点透镜1L(1R)的最大焦距设为 f_1 。

[0027] 可变焦点透镜1L(1R)配置于使用本显示装置的用户的眼4R(左眼4L)的前方。

[0028] 显示器2L(2R)是显示图像的二维显示器。显示器2L(2R)例如具有多个像素,各像素配置将光的3原色即R、G、B作为一组的微小的LED元件而构成。详细后述,但显示器2L(2R)为了在短时间内切换所显示的图像,需要比现有的二维显示器更高速的画面更新。例如,显示器2L(2R)使用液晶显示器等作为二维显示器。由于液晶显示器的响应速度为数毫秒,因此,能进行30Hz程度的图像更新,但若比这更快,就易于出现残像。为了通过显示器2L(2R)进行有纵深感的图像显示,需要纵深方向的图像更新(30Hz程度),因此,显示器2L(2R)需要900Hz程度的图像更新,在液晶显示器中难以显示。因此,显示器2L(2R)优选具有由LED元件构成的像素构造,各LED元件能进行数微秒以下的高速响应,优选存在能进行1kHz以上的图像更新的可能性。

[0029] 此外,如图1所示那样,显示器2L(2R)配置于距可变焦点透镜1L(1R)最大焦距 f_1 的位置。即,显示器(2L)与可变焦点透镜1L(1R)对置配置。

[0030] 另外,若将显示器2L(2R)的位置配置得比可变焦点透镜1L(1R)的最大焦距 f_1 远,则即使将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设为最大的最大焦距 f_1 ,也不再能使焦点对准在显示器2L(2R)上,因此,显示于显示器2L(2R)的远方图像会模糊。此外,若将显示器2L(2R)的位置配置在比可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 更靠近可变焦点透镜1L(1R)侧的位置,则虽然不会产生显示于显示器2L(2R)的远方图像的模糊,但却不能有效使用可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 的调整范围。即,显示装置的分辨率变粗,纵深图像的画面降低。另一方面,光学元件、例如透镜的焦距一般有1~2%的制造误差,因此,若将显示器2L(2R)的位置设定在可变

焦点透镜1L (1R)的最大焦距 f_1 ,就存在会因光学元件的制造误差的影响而相对于显示器2L (2R)成为可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 的调整范围外的可能性。因此,期望考虑透镜的制造误差、组装误差,将显示器2L (2R)的位置考虑10%的误差而相对于可变焦点透镜的最大焦距 f_1 设为 $f_1 \times (0.9 \pm 0.1)$ 。在该情况下,可变焦点透镜1L (1R)的调整分辨率降低10%。另外,虽然若误差变大,则也可以考虑20%而设为 $f_1 \times (0.8 \pm 0.2)$,但可变焦点透镜1L (1R)的调整分辨率进一步变差。

[0031] 其中,若某种程度容许显示于显示器2L (2R)的图像的模糊,则也可以将显示器2L (2R)的位置配置得比可变焦点透镜 f_1 更远。例如,若容许5%,则显示器2L (2R)的位置成为 $f_1 \times 0.8$ 到 $f_1 \times 1.05$ 的范围。因此,显示器2L (2R)能配置在从可变焦点透镜1L (1R)起相对于可变焦点透镜1L (1R)的最大焦距 f 的+5% ~ -20%的范围。

[0032] 控制装置3进行可变焦点透镜1L、1R以及显示器2L、2R的控制。具体地,控制装置3进行可变焦点透镜1L、1R的焦距的控制。

[0033] 图2是表示第1实施方式所涉及的可变焦点透镜的焦距的变化的图表。图2将纵轴设为可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f ,将横轴设为时间。控制装置3按照图2所示的图表来控制可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 。

[0034] 具体地,将可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 慢慢从最大焦距 f_1 变短至给定的焦距(给定的焦距能任意确定)。然后,控制装置3将可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 慢慢从给定的焦距慢慢变长至最大焦距 f_1 。控制装置3每隔扫描周期 t_2 执行该控制即焦距 f 的控制。另外,可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 的变化每隔更新显示器2L (2R)的图像的间隔即图像更新时间 t_1 来进行。

[0035] 此外,控制装置3将由多个图像构成的图像群输出到显示器2L (2R),使显示器2L (2R)显示有立体感的图像。控制装置3存放该图像群,每隔图像更新时间 t_1 将该图像群中所含的图像依次输出到显示器2L (2R),每隔图像更新时间 t_1 更新显示于显示器2L (2R)的图像。详细内容后述,但控制装置3可以从存放该图像群的外部的存储装置(图示省略)进行读出,并存放在自身中。

[0036] 另外,为了减少显示于显示器2L (2R)的图像的闪烁,扫描周期 t_2 至少为30Hz以上。即,在显示器2L (2R),以1/30秒以下使图像群中所含的全部图像显示。例如,在图像群中所含的图像为30张的情况下,图像更新时间 t_1 成为1/900秒以下。

[0037] 图3是用于说明第1实施方式所涉及的生成存放于控制装置的图像群的方法的图。例如,在虚拟空间上,希望使用户识别为物体P1位于用户的近旁,物体P2位于用户的远方。在该情况下,如图3的(a)所示那样,配置可变焦点透镜1L (1R)、物体P1、P2、以及用于生成图像的摄像机的摄像面5。在此,在将从摄像面5到可变焦点透镜1L (1R)的距离设为 a 、将从可变焦点透镜1L (1R)到物体P1的距离设为 b 的情况下,可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 用 $1/f=1/a+1/b$ 来表示。

[0038] 图3的(b)表示在将可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 设定为距离 A_1 的情况下由摄像机(摄像面5)摄像的图像,图3的(c)表示在将可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 设定为距离 A_2 的情况下由摄像机(摄像面5)摄像的图像。如图3的(b)所示那样,在将可变焦点透镜1L (1R)的焦距 f 设定为摄像面5的近旁的距离 A_1 的情况下,焦点对准配置于摄像面5的近旁的物体P1,因此,物体P1的轮廓变得清晰,但配置于摄像面5的远方的物体P2的轮廓变得不清晰。另一方

面,如图3的(c)所示那样,在将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为摄像面5的远方的距离 A_2 的情况下,由于焦点对准配置于摄像面5的远方的物体 P_2 ,因此,物体 P_2 的轮廓变得清晰,但配置于近旁的物体 P_1 的轮廓变得不清晰。

[0039] 在本实施方式中,通过在变更可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 的同时、由摄像机(摄像面5)进行包含物体 P_1 、 P_2 的摄像,来生成多个图像。将如此生成的多个图像作为图像群而存放在外部的存储装置(以及控制装置3)。另外,这时,随着可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 变短,以小的间隔对图像摄像,另一方面,随着可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 变长,以大的间隔对图像摄像。即,在将焦距 f 设定为摄像面5的近旁的情况下,以微细的间隔生成(摄像)图像,在将焦距 f 设定为摄像面5的远方的情况下,以粗大的间隔生成(摄像)图像。

[0040] 图4是用于说明第1实施方式所涉及的显示装置的动作原理的图。具体地,图4的(a)表示用户在看远方时的状态,图4的(b)表示用户在看近旁时的状态。另外, θ 表示用户的左眼4L(右眼4R)的视差方向。

[0041] 如图4的(a)所示那样,在看配置于远方的像 S_1 时,进入眼的光线成为大致平行光。这时,用户的左眼4L(右眼4R)的晶状体透镜被肌肉牵拉而变薄,其焦距变长,调整成将像成像在视网膜上。

[0042] 在此,在控制装置3将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为最大焦距 f_1 的情况下,由于显示器2L(2R)配置在可变焦点透镜1L(1R)的最大焦距 f_1 ,因此,左眼4L(右眼4R)的焦点对准显示于显示器2L(2R)的图像(具体地,像 S_1' 的位置)。这时,从显示器2L(2R)的各像素出射的光通过可变焦点透镜1L(1R)而成为平行光。由此,与看配置于远方的像 S_1 时同样的光入射到左眼4L(右眼4R)。另外,在图4的(a)中,显示于显示器2L(2R)上且配置于 $f_1 \times \sin(\theta)$ 的位置的像 S_1' 与配置于视差方向 θ 的像 S_1 对应。

[0043] 如图4的(b)所示那样,在看配置于近旁的像 S_2 时,进入眼的光线成为发散光。这时,用户的左眼4L(右眼4R)的晶状体透镜被调整成通过肌肉而透镜厚度变厚,由此,其焦距变短,将像成像在视网膜上。

[0044] 在此,若将从可变焦点透镜1L(1R)到像 S_2 的距离设为 b_1 ,将穿过可变焦点透镜1L(1R)来看时的像 S_2 的成像位置设为 a_1 ,则可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 表征为 $1/f=1/a_1-1/b_1$ 。若将该式变形,则成为 $1/a_1=1/f+1/b_1$ 。因此,可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 保持最大焦距 f_1 不变时,焦点对准在比显示器2L(2R)更向可变焦点透镜1L(1R)侧偏移的位置(具体地,像 S_2' 的位置)。因此,在现有的显示装置(专利文献1等)中,通过左眼4L(右眼4R)调整晶状体透镜,来将晶状体的焦距对准显示于显示器2L(2R)的图像(图4的(b)中是像 $2S'$)。由此,产生眼的疲劳感、不协调感。

[0045] 与此相对,在本实施方式中,控制装置3将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为焦距 f' 。焦距 f' 用 $1/f'=1/f-1/b_1$ 来表征。由此,由于在用户穿过可变焦点透镜1L(1R)来看时,焦点对准显示器2L(2R)的位置(具体地,像 S_2' 的位置),因此,左眼4L(右眼4R)不再需要调整晶状体透镜的焦距,难以产生眼的疲劳感、不协调感。另外,在图4的(b)中,显示于显示器2L(2R)上且配置于 $f_1 \times \sin(\theta)$ 的位置的像 S_2' 与配置于视差方向 θ 的像 S_2 对应。

[0046] 图5是表示第1实施方式所涉及的在显示器显示图像时的处理的流程图。

[0047] 首先,生成显示于显示器的图像群(步骤 S_1)。具体地,如图3说明的那样,在使可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 变化的同时,由摄像机(摄像面5)生成(摄像)包含物体 P_1 、 P_2 等的

多个图像(图像群)。然后,将该图像群存放于外部的存储装置(步骤S2)。

[0048] 控制装置3从外部的存储装置将该图像群读出(步骤S3),将存放于控制装置3内的图像群和存放于自身中的图像群更换(步骤S4)。例如,控制装置3对图像群中所含的各图像彼此进行比较,在判定为是不同的图像的情况下,更换该图像。

[0049] 控制装置3选择图像群中所含的图像当中的显示于显示器2L(2R)的下一图像(步骤S5),使该图像显示于显示器2L(2R)。具体地,控制装置3将存放于自身中的图像群当中的、比之前选择的图像焦距短的(或长的)图像选择为下一图像。在该情况下,控制装置3选择下一图像,以使得显示于显示器2L(2R)的图像的焦距慢慢变短(或变长)。即,控制装置3选择下一图像,以使得将图像群按焦距的长度顺序依次显示于显示器2L(2R)。然后,控制装置3将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为对所选择的图像摄像时的焦距(步骤S6)。

[0050] 控制装置3判定所选择的图像是否是图像群中所含的图像当中的最后显示的图像(步骤S7)。控制装置3在判定为所选择的图像不是图像群中所含的图像当中的最后显示的图像的情况下(步骤S7“否”),回到步骤S5。

[0051] 控制装置3在判定为所选择的图像是图像群中所含的图像当中的最后显示的图像的情况下(步骤S7“是”),将显示于显示器2L(2R)的下一图像设定为图像群中所含的图像当中的最初显示的图像(步骤S8)。另外,在步骤S8之后,控制装置3回到步骤S3,重复执行步骤S3以后的处理。

[0052] 通过以上的结构,本实施方式所涉及的显示装置具备:能变更焦距 f 的可变焦点透镜1L(1R);与可变焦点透镜1L(1R)对置配置的显示器2L(2R);和控制可变焦点透镜1L的焦距 f 并且使显示器2L(2R)显示图像的控制装置3。控制装置3在使显示器2L(2R)显示远方的像1S时,拉长可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f ,另一方面,在使显示器2L(2R)显示近旁的像2S时,缩短可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 。在此,所谓近旁的像2S,是虚拟空间上比远方的像1S更靠近用户的物体的像。

[0053] 在现有的结构中,用户经由焦距固定的透镜来看显示器2L(2R),即使显示于显示器2L(2R)的图像的焦距发生变化,显示器2L(2R)的位置也不变化。因此,用户为了看到显示于显示器2L(2R)的图像,需要调整眼的晶状体透镜的焦距,产生眼的疲劳感、不协调感。

[0054] 与此相对,在本实施方式中,控制装置3在使显示器2L(2R)显示远方的像1S时,拉长可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f ,另一方面,在使显示器2L(2R)显示近旁的像2S时,缩短可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 。即,由于控制装置3对应于显示于显示器2L(2R)的图像的焦距来调整可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f ,因此,能减轻眼的疲劳感、不协调感。

[0055] 此外,控制装置3使显示器2L(2R)按焦距的长度顺序依次显示由设定为相互不同的焦距的多个图像构成的图像群。此外,控制装置3将可变焦点透镜1L(1R)的焦距设定为显示于显示器2L(2R)的图像的焦距。由此,在使包含设定为相互不同的焦距的多个图像的图像群依次显示的情况下,显示于显示器2L(2R)的图像以及可变焦点透镜1L(1R)的焦距慢慢变化,因此,能减轻眼的负担。

[0056] 此外,在使可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 变化的同时,通过摄像机(摄像面5)经由可变焦点透镜1L(1R)来摄像显示于显示器2L(2R)的图像群。由此,能生成(摄像)焦距不同的多个图像。

[0057] (第2实施方式)

[0058] 图6是第2实施方式所涉及的显示装置的示意图。在图6中,与图1比较,在左眼4L(右眼4R)与可变焦点透镜1L(1R)之间配置中继透镜6L、7L(6R、7R)。中继透镜6L、6R相当于第1中继透镜,中继透镜7L、7R相当于第2中继透镜。中继透镜6L具有入射面6L1和出射面6L2。中继透镜7L具有入射面7L1和出射面7L2。

[0059] 如图6所示那样,中继透镜6L(6R)配置成出射面侧的焦平面与用户的左眼4L(右眼4R)的瞳孔的位置重叠。此外,中继透镜6L(6R)配置成入射面侧的焦平面与中继透镜7L(7R)的入射面侧的焦平面重叠。此外,中继透镜7L(7R)配置成出射面侧的焦平面与可变焦点透镜1L(1R)重叠。在此,所谓焦平面,是指包含透镜的焦点的面。

[0060] 通过将中继透镜6L(6R)、7L(7R)的焦平面彼此重叠配置,中继透镜6L(6R)和中继透镜7L(7R)成为成像关系。即,从中继透镜6L(6R)的入射面离开的光在中继透镜7L(7R)的射出面侧的焦平面中的1点聚光。

[0061] 在此,若将中继透镜6L(6R)的焦距设为 f_a ,将中继透镜7L(7R)的焦距设为 f_b ,则左眼4L(右眼4R)的瞳孔的口径的 f_a/f_b 倍成为可变焦点透镜1L(1R)的有效直径。在第1实施方式中,在左眼4L(右眼4R)与可变焦点透镜1L(1R)之间需要给定距离,因此,需要对应于视角即视野的范围来增大可变焦点透镜1L(1R)的有效直径。与此相对,在第2实施方式中,通过中继透镜6L、7L(6R、7R)而左眼4L(右眼4R)的瞳孔与可变焦点透镜1L(1R)的距离成为0,因此,能减小可变焦点透镜1L(1R)的有效直径。进而,在可变焦点透镜1L(1R)上,由于左眼4L(右眼4R)的瞳孔直径尺寸成为 f_a/f_b 倍,因此,能通过设为 $f_a < f_b$ 来进一步减小可变焦点透镜1L(1R)的有效直径。此外,可变焦点透镜1L(1R)由于有效直径越小能进行越高速的响应,因此,能抑制显示于显示器2L(2R)的图像的闪烁。

[0062] 接下来,说明第2实施方式所涉及的显示装置的动作。在第1实施方式所涉及的显示装置中,在显示器2L(2R)的图像更新时使RGB(Red、Green、Blue)三色的像素同时发光。与此相对,在第2实施方式所涉及的显示装置中,将显示于显示器2L(2R)的图像分解成与RGB的颜色对应的3个图像,使3个图像按R、G、B的顺序显示于显示器2L(2R)。这时,控制装置3在1个图像更新时间 t_1 内,按RGB的每种颜色来使可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 变化(参考图7)。具体地,在图像更新时间 t_1 中包含显示分解成R的图像的图像更新时间 t_{11} 、显示分解成G的图像的图像更新时间 t_{12} 和显示分解成B的图像的图像更新时间 t_{13} 。

[0063] 如上述那样,中继透镜6L、6R、7L、7R由于是非涅耳透镜,因此,能做得薄且轻量化,但易于出现光的波长所引起的色像差、即、每种颜色的焦距的偏移。作为色像差的校正,能通过组合多个透镜来进行像差校正,但构造复杂且大型化重量化,此外,也难以进行组装调整。因此,在第2实施方式中,对于按每种颜色产生的焦距的偏移,通过控制可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f ,能减少色像差等导致的图像的颜色偏移的影响。另外,关于RGB的每种颜色的焦距的控制量,预先测定色像差所引起的图像的颜色偏移成为最小的量即可。

[0064] 通过以上的结构,第2实施方式所涉及的显示装置具备:出射面侧的焦平面与用户的左眼4L(右眼4R)的瞳孔的位置重叠的中继透镜6L、6R;和入射面侧的焦平面与所述第1中继透镜的入射面侧的焦平面重叠且在出射面侧的焦平面配置所述可变焦点透镜的中继透镜7L、7R。由此,通过中继透镜6L、7L(6R、7R),左眼4L(右眼4R)的瞳孔与可变焦点透镜1L(1R)的距离成为0,因此,能减小可变焦点透镜1L(1R)的有效直径。进而,在可变焦点透镜1L(1R)上,由于左眼4L(右眼4R)的瞳孔直径尺寸成为 f_a (中继透镜6L(6R)的焦距)/ f_b (中继透

镜7L(7R)的焦距)倍,因此,通过设为 $f_a < f_b$,能进一步减小可变焦点透镜1L(1R)的有效直径。

[0065] 此外,中继透镜6L、6R、7L、7R是菲涅耳透镜。由此,能减小透镜的光轴方向上的显示装置的尺寸。

[0066] 此外,控制装置3将显示于显示器2L(2R)的图像按RGB的每种颜色进行分解,使分解的图像显示于显示器2L(2R),并且将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为显示于显示器2L(2R)的图像的焦距。由此,能校正中继透镜6L、6R、7L、7R为菲涅耳透镜的情况下产生的图像的每种颜色的焦距的偏移。

[0067] 另外,中继透镜6L、6R、7L、7R设为菲涅耳透镜,但并不限于此,也可以使用消色差透镜或多张透镜等。在该情况下,通过消色差透镜或多张透镜等,可以减少色像差,将显示于显示器2L(2R)的图像按RGB的每种颜色进行分离,或者不进行可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 的控制。

[0068] 此外,色分离的图像的显示顺序也可以不是R、G、B的顺序,也可以以任意的顺序显示。

[0069] (第3实施方式)

[0070] 图8是第3实施方式所涉及的显示装置的示意图。如图8所示那样,第3实施方式所涉及的显示装置具备摄像机8L(8R)和传感器9。摄像机8L(8R)相当于第1传感器,传感器9相当于第2传感器。

[0071] 摄像机8L(8R)例如是近红外线摄像机等。摄像机8L(8R)经由设于可变焦点透镜1L(1R)与中继透镜7L(7R)之间的半反射镜10L(10R)来对左眼4L(右眼4R)摄像。摄像机8L(8R)经由半反射镜10L(10R)与中继透镜7L(7R)的出射面侧的焦平面(焦距 f_b)重叠配置。另外,半反射镜10L(10R)例如是近红外线反射镜等,将可见光透过,仅使近红外光反射。

[0072] 传感器9例如是加速度传感器等。传感器9安装于用户的头部,检测用户的头部正朝向的方向(头部方向)。

[0073] 如上述那样,中继透镜6L(6R)、7L(7R)配置成焦平面彼此重叠。此外,中继透镜6L(6R)的出射面侧的焦平面配置成与用户的左眼4L(右眼4R)的瞳孔的位置重叠。进而,中继透镜7L(7R)的出射面侧的焦平面配置成与摄像机8L(8R)的摄像面重叠。由此,由于摄像机8L(8R)和左眼4L(右眼4R)成为成像关系,摄像机8L(8R)能对左眼4L(右眼4R)摄像。

[0074] 图9是第3实施方式所涉及的由摄像机摄像的图像例。如图9所示那样,在由摄像机8L(8R)摄像的图像中包含左眼4L(或右眼4R)的图像。控制装置3若从摄像机8L(8R)接收该图像,例如就从该图像中检测左眼4L(或右眼4R)的瞳孔41、大眼角42以及眼梢43。控制装置3以大眼角42为基准来算出瞳孔41的位置(纵向的位置 v_L 以及横向的位置 h_L)。然后,控制装置3根据瞳孔41的基准位置与算出的瞳孔41的位置的关系来算出用户的视线方向。另外,瞳孔41的基准位置是使给定的标志显示于显示器2L(2R)的适当的位置且用户注视该标志时的瞳孔41的位置。

[0075] 图10是表示第3实施方式所涉及的在显示器显示图像时的处理的流程图。

[0076] 首先,摄像机8L(8R)摄像左眼4L(右眼4R)的图像。然后,控制装置3从该图像中所含的左眼4L(右眼4R)的瞳孔的图像算出用户的视线方向(步骤S11)。控制装置3基于来自传感器9的输出来检测用户的头部方向(步骤S12)。控制装置3基于视线方向以及头部方向来

算出视线方向(步骤S13)。

[0077] 接下来,在虚拟空间上,将算出的视线方向上到最靠近用户的物体为止的距离 Z 算出,生成焦点对准该物体的图像(步骤S14)。这时的图像生成方法通过图3中说明的方法来生成(摄像)。

[0078] 控制装置3使步骤S3中生成的图像显示于显示器2L(2R),并且,将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为距离 Z (步骤S15)。

[0079] 通过以上的结构,第3实施方式所涉及的显示装置具备:检测用户的瞳孔的位置的摄像机8L、8R(第1传感器);和检测用户的头的朝向的传感器9(第2传感器)。控制装置3基于摄像机8L(8R)以及传感器9的检测结果来算出用户的视线方向,使焦点对准虚拟空间上在视线方向上处于最近的距离的物体而生成的图像显示于显示器2L(2R),并且,将可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 设定为该图像的焦距。由此,由于仅在用户使视线方向变化的情况下使可变焦点透镜1L(1R)的焦距 f 以及显示器2L(2R)的图像变化即可,因此,能大幅抑制显示于显示器2L(2R)的图像的闪烁。

[0080] (其他实施方式)

[0081] 如以上那样,作为本申请中公开的技术的例示,对实施方式进行了说明。但本公开中的技术并不限于此,还能运用于适宜进行了变更、置换、附加、省略等的实施方式中。

[0082] 另外,显示器2L(2R)将LED设为像素,但并不限于此,也可以将有机EL设为像素。

[0083] 此外,显示器2L(2R)所包含的像素并不限于RGB的3色,也可以是2色以下,还可以是4色以上。

[0084] 此外,关于显示于显示器2L(2R)的图像,若控制装置3的运算能力高,则可以在进行计算的同时进行显示,也可以显示预先生成图像的图像。

[0085] 此外,在图4等中,用摄像机摄像的物体并不限于2个,也没有关于物体的配置的制约。

[0086] 此外,在图4等中,在生成图像的情况下,可以对实像摄像,也可以根据虚拟空间的3D数据来生成图像。

[0087] 此外,步骤S1、S2可以在图像显示前预先准备,也可以与图像显示并行地进行图像生成。

[0088] 另外,图像群中所含的图像的张数并不限于30张,图像群中至少包含2张以上相互焦距不同的图像即可。另外,图像群中所含的图像的张数越多,则纵深方向的显示解析度越提升。但与此相伴,需要使显示器2L(2R)的显示更新速度成为高速。

[0089] 此外,也可以在左眼4L(右眼4R)与可变焦点透镜1L(1R)之间配置半反射镜,将实像和二维显示器的纵深显示的虚像重合。

[0090] 此外,第1~第3实施方式所涉及的显示装置例如能运用于具备第1~第3实施方式所涉及的显示装置各结构的头戴显示器、平视显示器、可穿戴摄像机等可穿戴设备等。

[0091] 产业上的可利用性

[0092] 本公开的显示装置由于能立体地看到虚拟空间上的物体,因此,能用在平视显示器、可穿戴设备等中。

[0093] 附图标记的说明

[0094] 1L、1R 可变焦点透镜

- [0095] 2L、2R 显示器
- [0096] 3 控制装置
- [0097] 4L、4R 用户的右眼、左眼
- [0098] 6L、6R 中继透镜(第1中继透镜)
- [0099] 7L、7R 中继透镜(第2中继透镜)
- [0100] 8L、8R 摄像机(第1传感器)
- [0101] 9 传感器(第2传感器)。

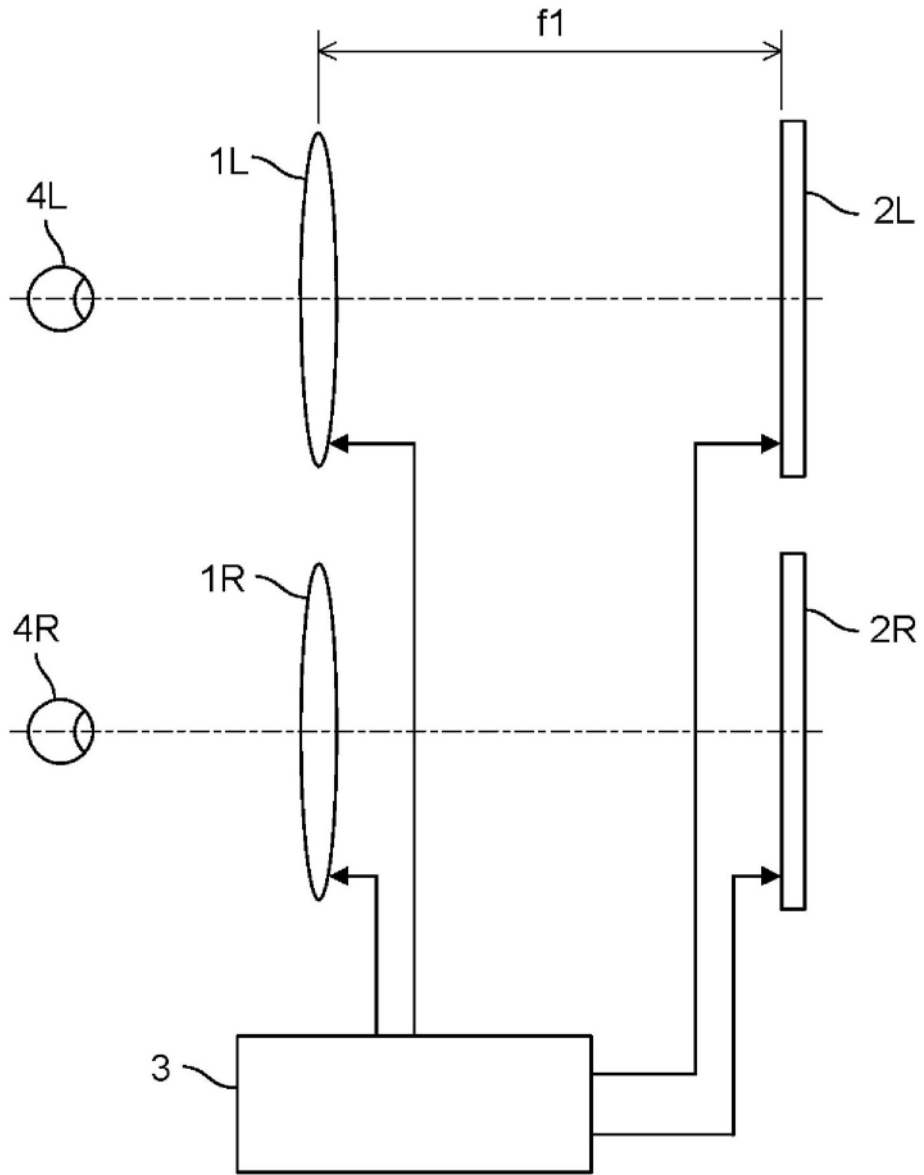


图1

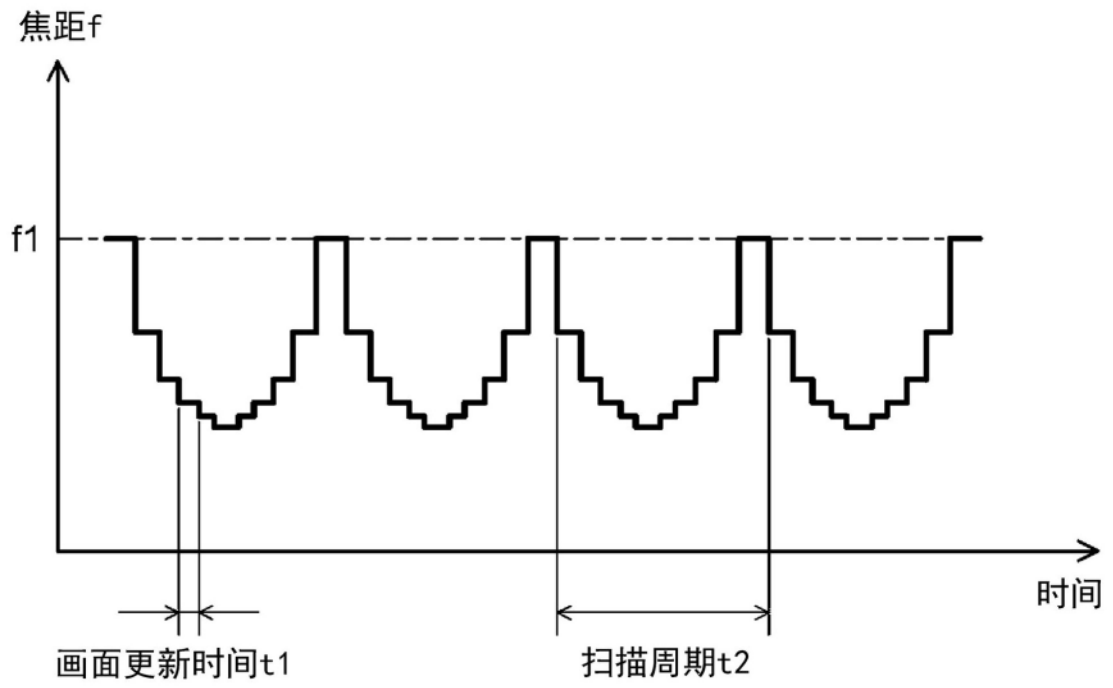


图2

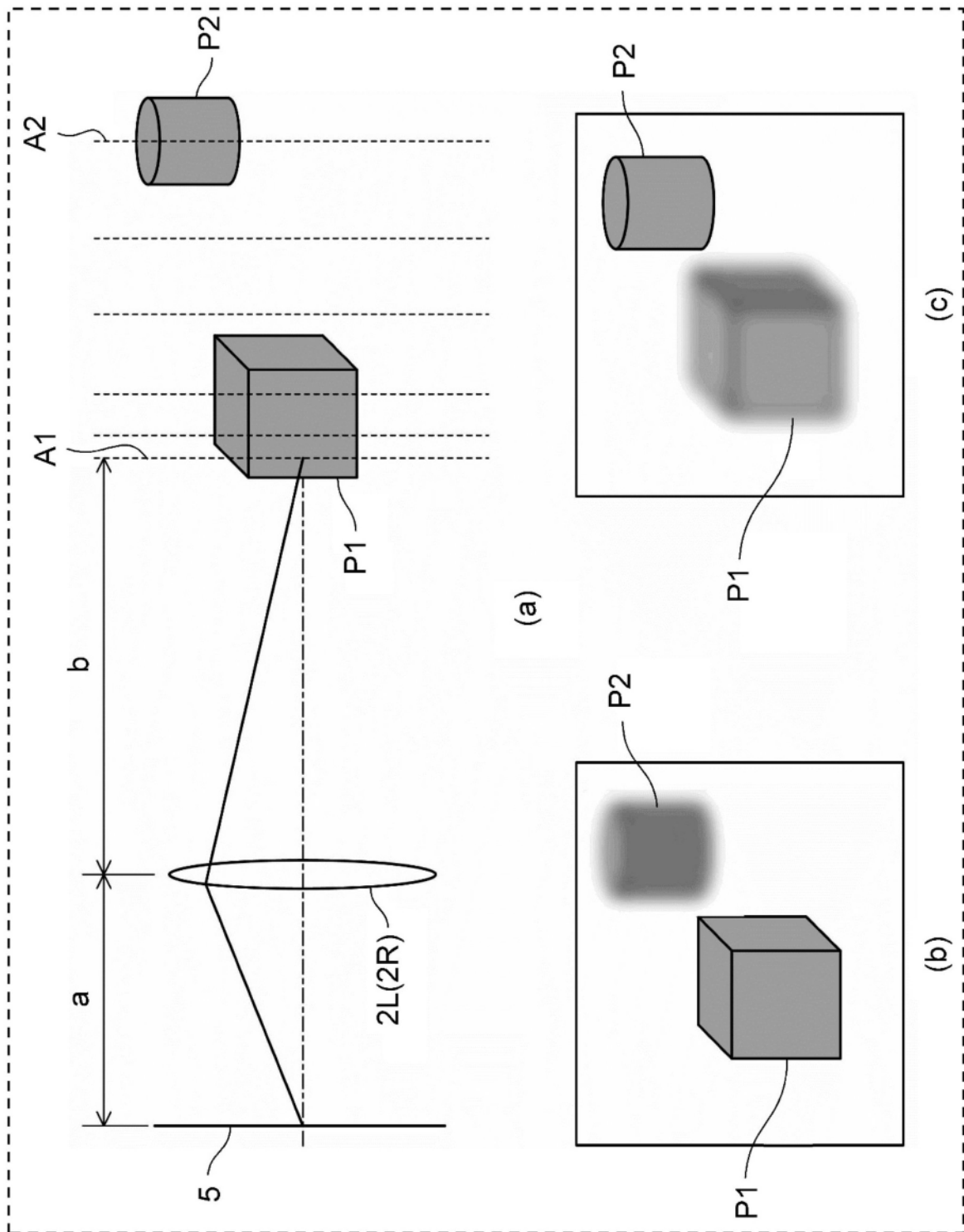


图3

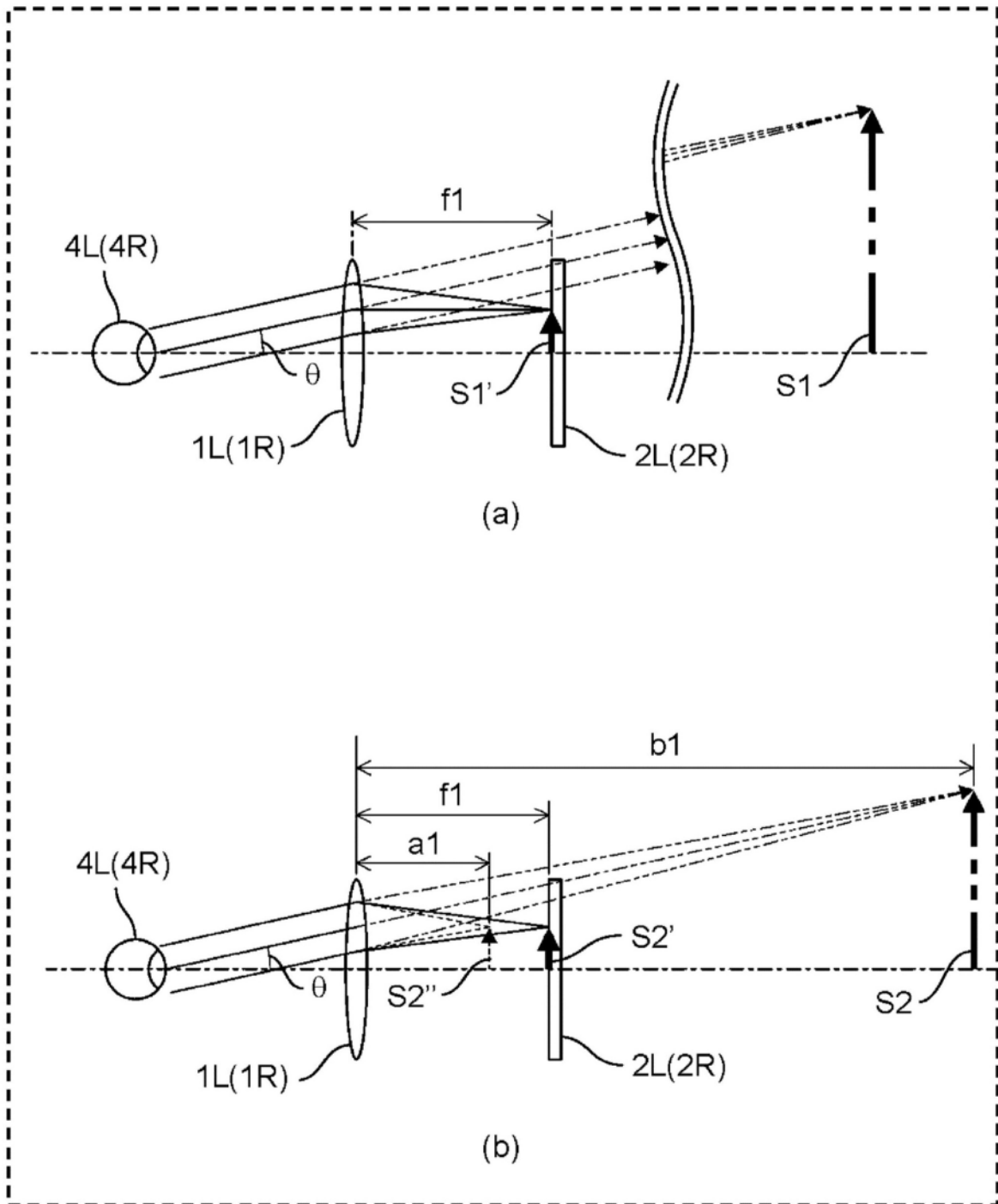


图4

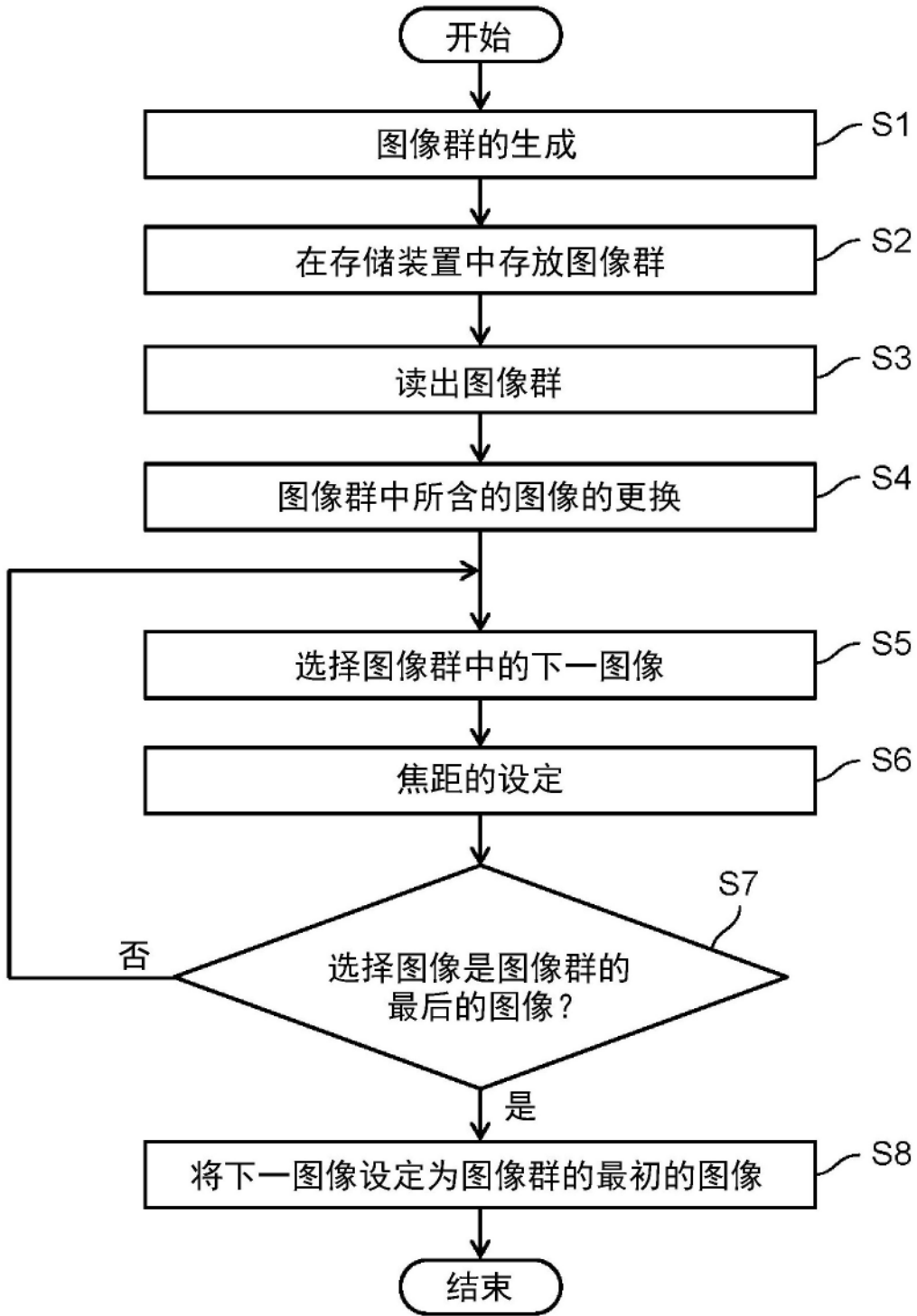


图5

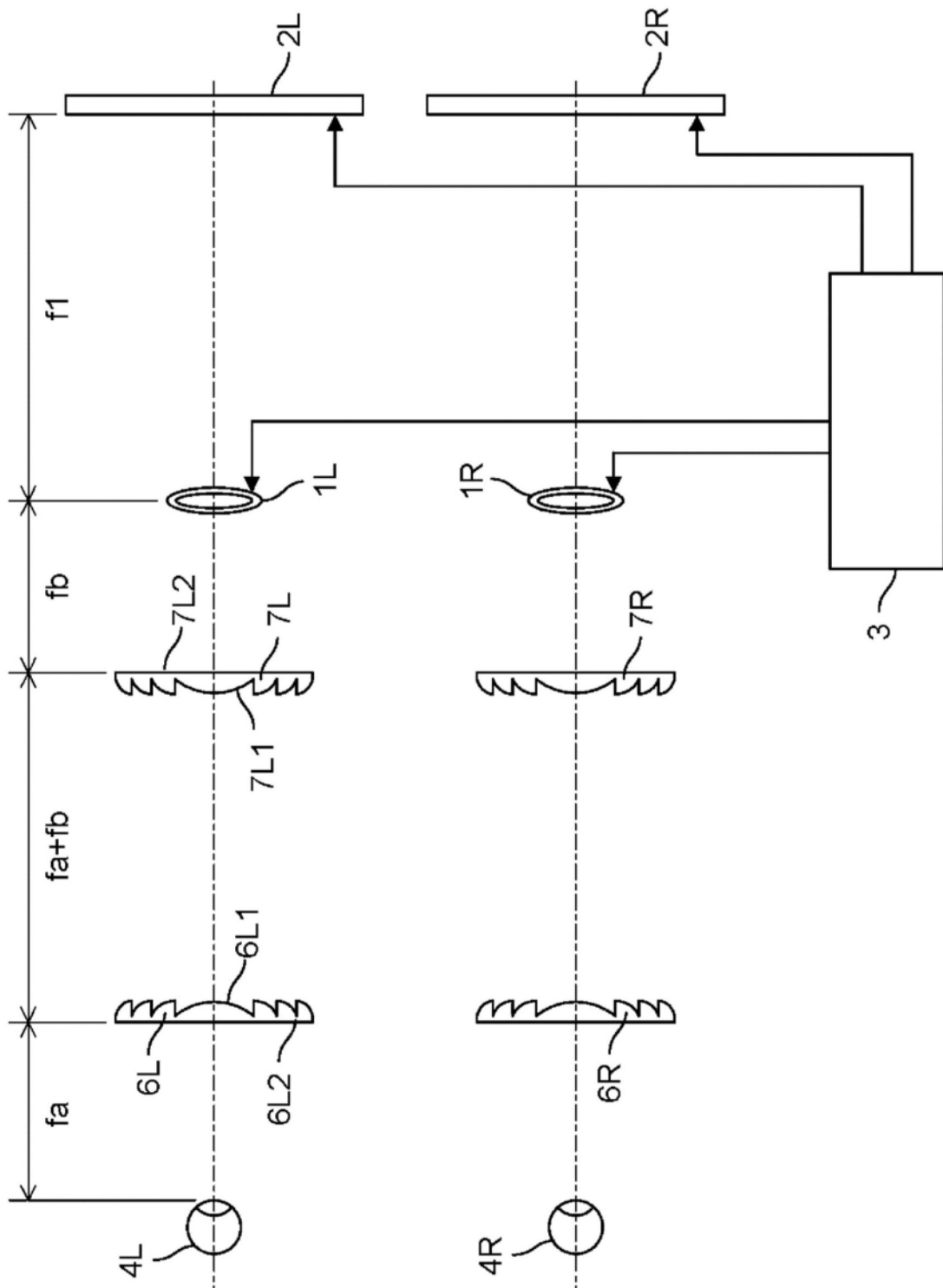


图6

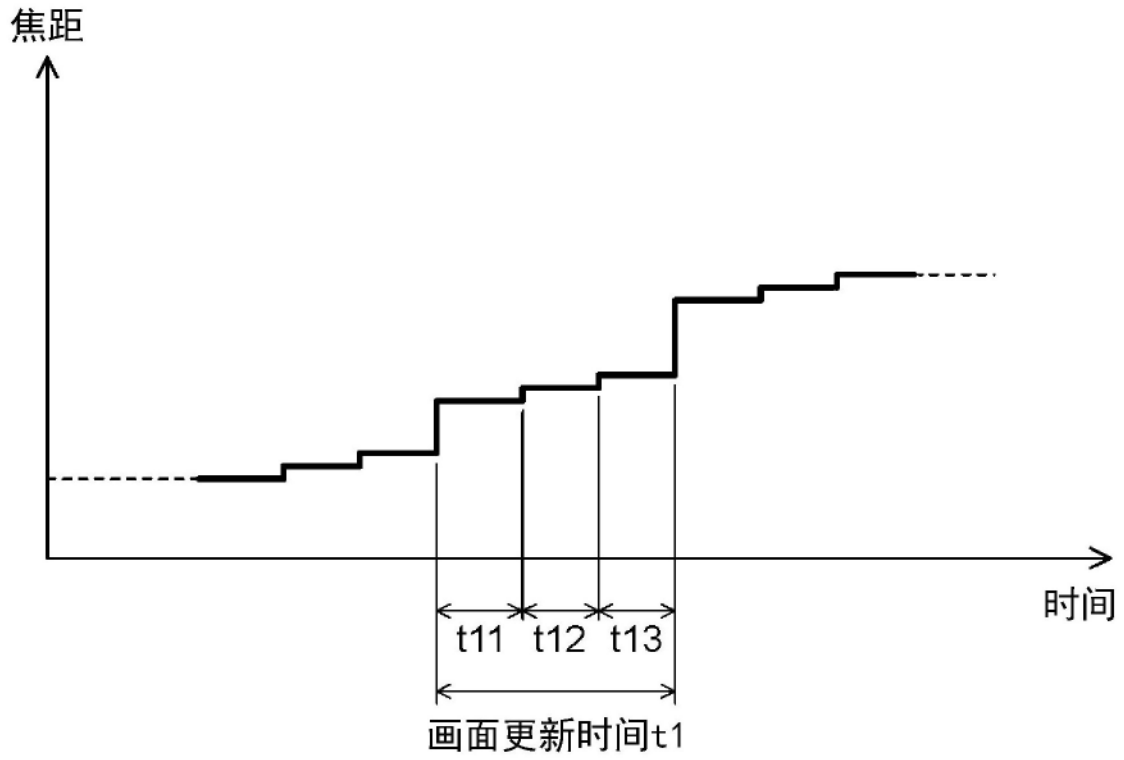


图7

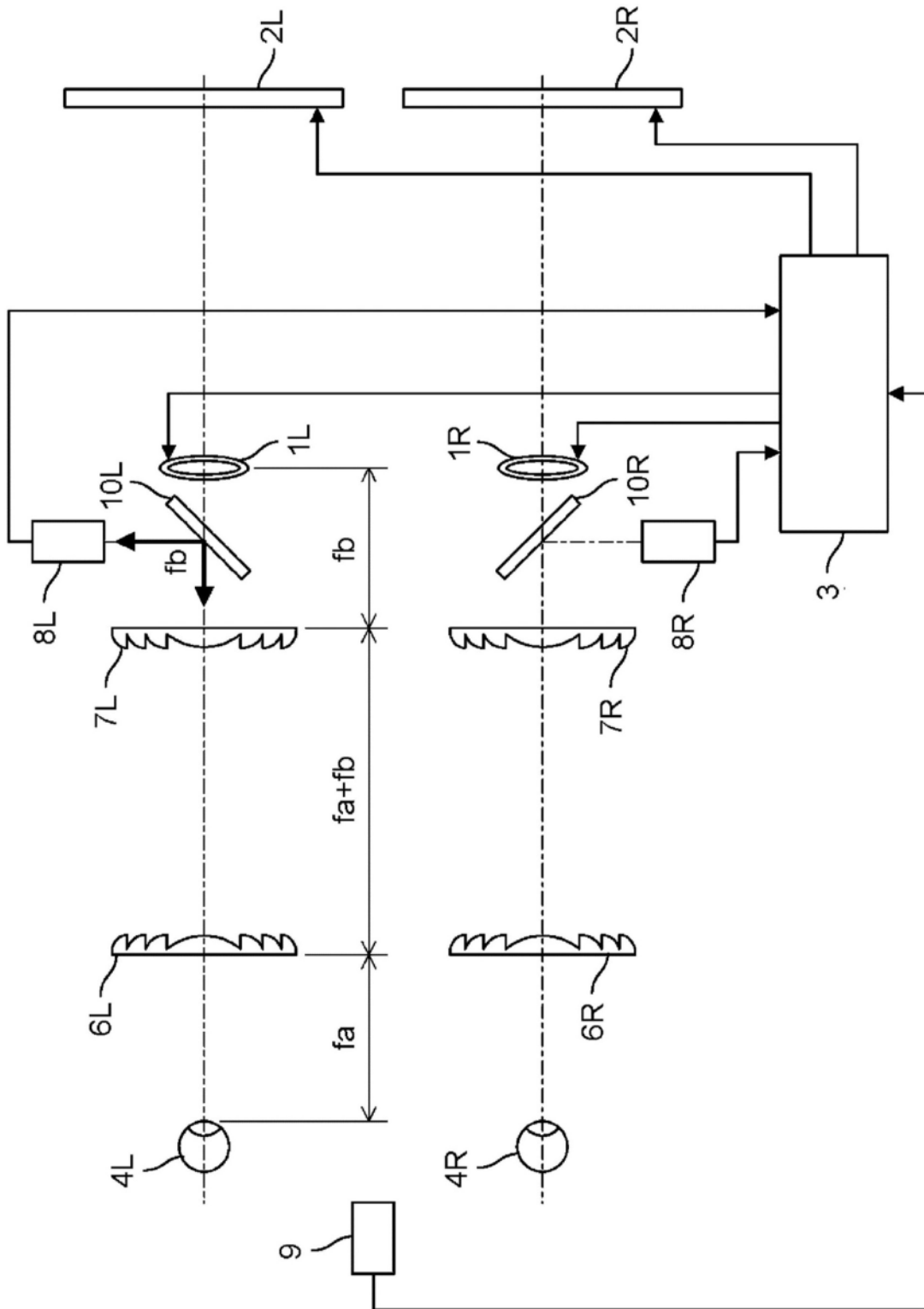


图8

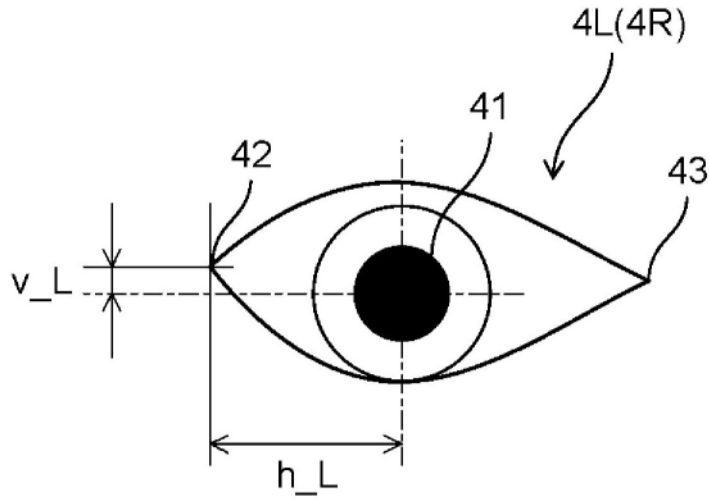


图9

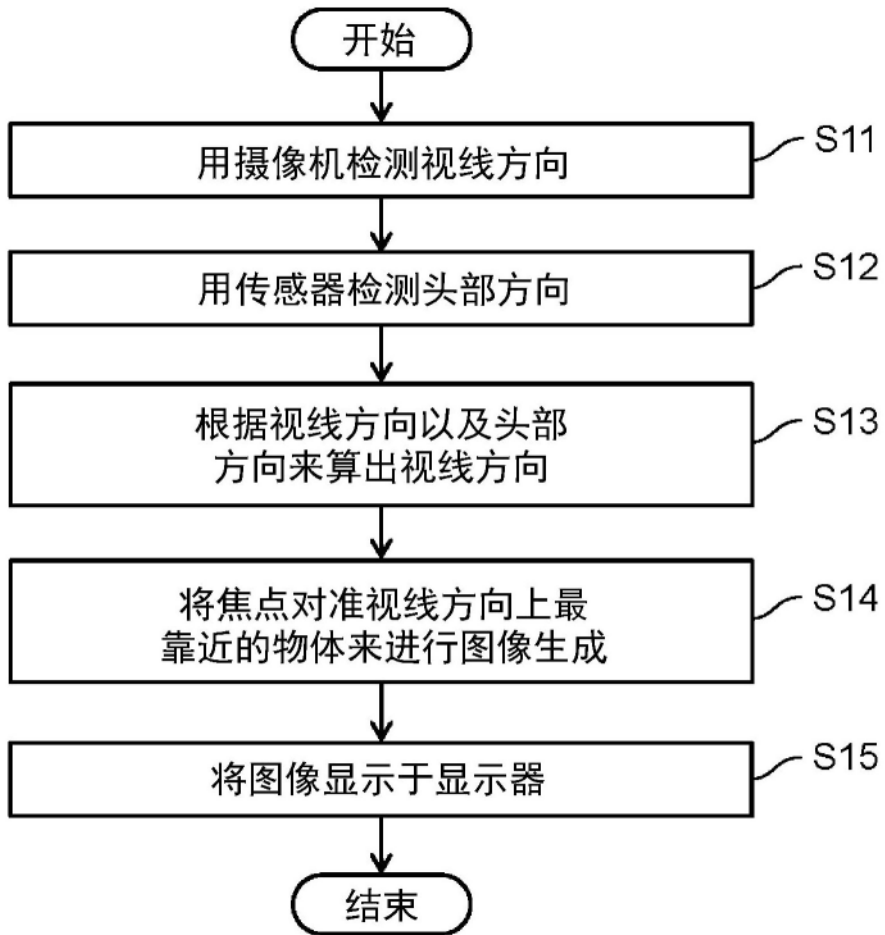


图10