



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102740099 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201210050628. 3

(22) 申请日 2012. 02. 29

(30) 优先权数据

2011-079926 2011. 03. 31 JP

2011-168616 2011. 08. 01 JP

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 金川明子 金子康彦 昼冈淳

坂口雄一 望月直树 位田宪昭

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 李辉 王伶

(51) Int. Cl.

H04N 13/04 (2006. 01)

G02B 27/22 (2006. 01)

G03B 35/02 (2006. 01)

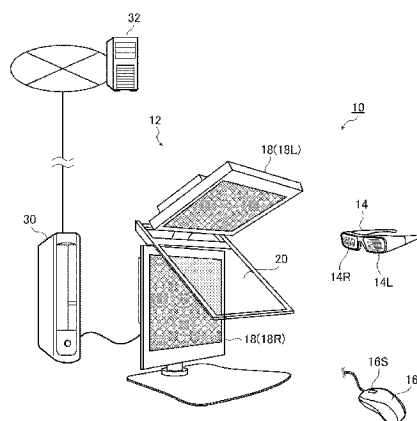
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 8 页

(54) 发明名称

立体显示装置

(57) 摘要

本发明涉及立体显示装置。该立体显示装置 (10) 利用通过在变更放射线在被摄体上的入射角度的同时对被摄体进行多次放射线摄影而获取的右眼图像和左眼图像来执行立体显示, 该立体显示装置包括: 显示单元 (12, 20), 该显示单元对右眼图像和左眼图像进行立体显示; 以及变更装置 (30, 16), 该变更装置移动显示单元 (12, 20) 上显示的右眼图像和左眼图像中至少一方, 以变更沿与连接观察者的右眼和左眼的直线平行的方向、在所述右眼图像和所述左眼图像之间的距离 (图像间距离)。



1. 一种立体显示装置,该立体显示装置利用在变更放射线在被摄体上的入射角度的同时对所述被摄体进行多次放射线摄影而获取的右眼图像和左眼图像来执行立体显示,该立体显示装置包括:

显示单元,该显示单元对所述右眼图像和所述左眼图像进行立体显示;以及

变更装置,该变更装置移动所述显示单元上显示的所述右眼图像和所述左眼图像中至少一方,以变更图像间距离,该图像间距离为沿与连接观察者的右眼和左眼的直线平行的方向、在所述右眼图像和所述左眼图像之间的距离。

2. 根据权利要求1所述的立体显示装置,其中,所述图像间距离包括第一图像间距离和第二图像间距离,

所述第一图像间距离是基于所述右眼图像和所述左眼图像的放射线摄影条件计算出的,并且

所述第二图像间距离是基于所述放射线摄影条件、以及所述立体显示的观察条件、显示条件和图像处理条件计算出的,并且

其中,基于所述第一图像间距离和所述第二图像间距离来计算所述变更装置能够变更所述图像间距离的范围。

3. 根据权利要求1或2所述的立体显示装置,该立体显示装置还包括告警装置,该告警装置在所述图像间距离超出所述变更装置能够变更的所述图像间距离的范围时,发出告警。

4. 根据权利要求3所述的立体显示装置,其中,所述告警装置的告警包括以下中至少之一:停止所述图像间距离的变更和显示告警的情况。

5. 根据权利要求2-4中任一项所述的立体显示装置,其中,当所述放射摄影条件包括放射线源和图像接收面之间的距离D、作为放射线源臂的旋转角度的放射线源照射角度 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 且 $\theta_2$ 大于等于 $\theta_1$ 、作为放射线摄影台和压板面之间的距离的按压厚度 $l_p$ 、以及作为所述放射线摄影台和所述图像接收面之间的距离的壳体厚度 $l_c$ 时,所述第一图像间距离 $x_m$ 的所述范围由下式表示:

$$\frac{l_c \cdot D \sin \theta_2 \cdot (D \cos \theta_1 - l_c) - l_c \cdot D \sin \theta_1 \cdot (D \cos \theta_2 - l_c)}{(D \cos \theta_1 - l_c) (D \cos \theta_2 - l_c)} \leq x_m \leq \frac{l_p \cdot D \sin \theta_2 \cdot (D \cos \theta_1 - l_p) - l_p \cdot D \sin \theta_1 \cdot (D \cos \theta_2 - l_p)}{(D \cos \theta_1 - l_p) (D \cos \theta_2 - l_p)}。$$

6. 根据权利要求5所述的立体显示装置,其中,当所述观察条件包括作为所述显示单元和所述观察者之间的距离的观察距离VD、双眼距离 $D_{eye}$ 、成像面距离x、作为所述显示单元中的双眼角度和在成像位置处的双眼角度之差的视差角 $\phi_2$ 、和所述显示单元上的左右视差 $d'$ 时,所述左右视差 $d'$ 由下式表示:

$$d' = \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2}}。$$

7. 根据权利要求6所述的立体显示装置,其中,所述显示条件包括基于作为所述显示

单元的像素大小的像素间距离的缩放率。

8. 根据权利要求6或7所述的立体显示装置,其中,所述图像处理条件包括所述右眼图像和所述左眼图像的显示放大率。

9. 根据权利要求8所述的立体显示装置,其中,当所述显示条件包括缩放率  $m_1$  并且所述图像处理条件包括显示倍率  $m_2$  时,所述第二图像间距离  $\Delta d$  被表示为

$$\Delta d = \frac{d'}{m_1 m_2} - x_m \quad \text{并且}$$

其中,当所述放射线源臂的旋转角度  $\theta_2$  和  $\theta_1$  的差  $\theta_2 - \theta_1$  是  $\psi_1$  时,所述第二图像间距离  $\Delta d$  的范围由下式表示:

$$\frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{m_1 m_2 (2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2})} - \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\psi_1}{2} \cdot l_p}{D - l_p} \leq \Delta d \leq \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{m_1 m_2 (2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2})} - \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\psi_1}{2} \cdot l_c}{D - l_c}$$

10. 根据权利要求1-9中任一项所述的立体显示装置,该立体显示装置还包括图像差显示区域,在该图像差显示区域中利用缩略图像来显示所述右眼图像和所述左眼图像之间的所述图像间距离,

其中,所述变更装置变更所述图像差显示区域中所显示的所述缩略图像之间的距离,以调节所述立体显示的深度。

11. 根据权利要求1-10中任一项所述的立体显示装置,其中,所述变更装置具有自动控制功能,并且

其中,所述自动控制功能是根据所述放射线摄影条件来自动变更所述图像间距离。

12. 根据权利要求11所述的立体显示装置,其中,所述自动控制功能是将所述图像间距离变更为可变更的图像间距离的范围的最大值、中间值和最小值中的任意一个。

13. 根据权利要求1-10中任一项所述的立体显示装置,该立体显示装置还包括图像服务器,该图像服务器存储能够立体显示的右眼图像和左眼图像之间的多个图像间距离,

其中,所述变更装置具有自动控制功能,并且

其中,所述自动控制功能是根据其他立体显示的图像间距离,自动变更当前立体显示的所述图像间距离。

14. 根据权利要求1-13中任一项所述的立体显示装置,其中,通过使所述变更装置变更所述图像间距离而形成的、所述右眼图像和所述左眼图像的空白被涂黑。

## 立体显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用通过放射线摄影术（立体摄影术）所获取的右眼图像和左眼图像来执行立体显示的立体显示装置。

### 背景技术

[0002] 目前,已经开发了如 PACS(图像归档与通信系统)等的与医学图像有关的网络系统,并且以下机会越来越多:将诊断过程中的放射线摄影图像作为数字数据存储在服务器中,并且将该数字数据用于日后随访或者将之前诊断过程中的放射线摄影图像作为图像数据进行发送,用于其它远程医院使用。

[0003] 在放射线摄影术中,放射线摄影图像的立体显示装置的发明是已知的,该装置利用放射线从不同角度对被摄体进行照射,获取(立体摄影)右眼图像和左眼图像,并且利用所获取的图像执行立体显示。

[0004] 在如放射线摄影图像的透视图像中,难以确定图像的哪部分位于前景中,难以在深度方向进行区分。因此,当立体显示放射线摄影图像时,存在的优点在于容易确定病变等的三维分布(参见日本专利特开 JP2001-200787A 号公报和日本特许 JP3780217B 号公报)。

### 发明内容

[0005] 如上所述,当立体显示放射线摄影图像时,容易确定在深度方向的位置。但是,例如,当观察提供过分突出视图的立体显示时,这可能增加眼部疲劳或者在某些情况下甚至造成误诊断。

[0006] 因此,在提供过分突出视图的立体显示中,如果可以变更在深度方向的位置,则将是优选的。

[0007] 本发明的一个目的是提供一种可以在为了立体显示而放射线摄影(立体摄影)的右眼图像和左眼图像中简单变更立体显示深度的立体显示装置。

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供了一种立体显示装置,该立体显示装置利用通过在变更放射线在所述被摄体上的入射角度的同时对被摄体进行多次放射线摄影而获取的右眼图像和左眼图像,来执行立体显示,该立体显示装置包括:

[0009] 显示单元,该显示单元对所述右眼图像和所述左眼图像进行立体显示;以及

[0010] 变更装置,该变更装置移动所述显示单元上显示的所述右眼图像和所述左眼图像中至少一方,以变更在与连接观察者的右眼和左眼的直线平行的方向上所述右眼图像和所述左眼图像之间的距离(图像间距离)。

[0011] 进一步地,优选地,所述图像间距离包括第一图像间距离和第二图像间距离,

[0012] 所述第一图像间距离是基于所述右眼图像和所述左眼图像的放射线摄影条件计算出的,并且

[0013] 所述第二图像间距离是基于所述放射线摄影条件以及所述立体显示的观察条件、显示条件和图像处理条件计算出的,并且

[0014] 其中,基于所述第一图像间距离和所述第二图像间距离,来计算所述变更装置能够变更的所述图像间距离的范围。

[0015] 还包括告警装置,该告警装置在所述图像间距离超出所述图像间距离的所述变更装置能够变更的范围时,发出告警。

[0016] 进一步地,优选地,所述告警装置的告警包括以下中至少之一:停止变更所述图像间距离和显示告警的情况。

[0017] 进一步地,优选地,其中,当所述放射摄影条件包括放射线源-图像接收面距离(SID)D、放射线源的照射角度(放射线源臂的旋转角度) $\theta_1$ 和 $\theta_2$ ( $\theta_1 \leq \theta_2$ )、按压厚度(放射线摄影台-压板面距离) $l_p$ 和壳体厚度(放射线摄影台-图像接收面距离) $l_c$ 时,所述第一图像间距离 $x_m$ 的所述范围被表示为:

$$[0018] \quad \frac{l_c \cdot D \sin \theta_2 \cdot (D \cos \theta_1 - l_c) - l_c \cdot D \sin \theta_1 \cdot (D \cos \theta_2 - l_c)}{(D \cos \theta_1 - l_c) (D \cos \theta_2 - l_c)} \leq x_m \leq \dots (4)$$

$$[0019] \quad \frac{l_p \cdot D \sin \theta_2 \cdot (D \cos \theta_1 - l_p) - l_p \cdot D \sin \theta_1 \cdot (D \cos \theta_2 - l_p)}{(D \cos \theta_1 - l_p) (D \cos \theta_2 - l_p)}$$

[0020] 进一步地,优选地,当所述观察条件包括观察距离VD(其是所述显示单元和所述观察者之间的距离)、双眼距离 $D_{eye}$ 、成像面距离x、视差角 $\phi_2$ (所述显示单元中的双眼角度 $\beta$ 和成像位置处的双眼角度 $\alpha$ 之间的差)和所述显示单元上的左右视差 $d'$ 时,所述左右视差 $d'$ 被表示为

$$[0021] \quad d' = \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2}} \dots (15)$$

[0022] 进一步地,优选地,所述显示条件包括基于所述显示单元的像素间距离(像素大小)的缩放率。

[0023] 进一步地,优选地,所述图像处理条件包括所述右眼图像和所述左眼图像的显示倍率。

[0024] 进一步地,优选地,当所述显示条件包括缩放率 $m_1$ 并且所述图像处理条件包括显示倍率 $m_2$ 时,所述第二图像间距离 $\Delta d$ 被表示为

$$[0025] \quad \Delta d = \frac{d'}{m_1 m_2} - x_m \dots (18) \text{ 并且}$$

[0026] 其中,当所述放射线源臂的旋转角度差是 $\psi_1$ ( $\psi_1 = \theta_2 - \theta_1$ )时,所述第二图像间距离 $\Delta d$ 的范围被表示为

$$[0027] \quad \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{m_1 m_2 (2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2})} - \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\phi_1}{2} \cdot l_p}{D - l_p} \leq \Delta d \leq \dots (19)$$

$$[0028] \quad \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{m_1 m_2 (2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2})} - \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\phi_1}{2} \cdot l_c}{D - l_c}$$

[0029] 还包括图像差显示区域,在该图像差显示区域中,通过利用缩略图像(thumbnail image)来显示所述右眼图像和所述左眼图像之间的所述图像间距离,

[0030] 其中,所述变更装置变更所述图像差显示区域中所显示的所述缩略图像之间的距离,以调节所述立体显示的深度。

[0031] 进一步地,优选地,所述变更装置具有自动控制功能,并且

[0032] 其中,所述自动控制功能是根据所述放射线摄影条件来自动变更所述图像间距离。

[0033] 进一步地,优选地,所述自动控制功能是将所述图像间距离变更为所述可变更的图像间距离的范围的最大值、中间值和最小值中的任意一个。

[0034] 还包括图像服务器,该图像服务器存储可以立体显示的右眼图像和左眼图像之间的多个图像间距离,

[0035] 其中,所述变更装置具有自动控制功能,并且

[0036] 其中,所述自动控制功能是根据其他立体显示的所述图像间距离,自动变更当前立体显示的所述图像间距离。

[0037] 进一步地,优选地,通过使所述变更装置变更所述图像间距离而形成的所述右眼图像和所述左眼图像的空白被涂黑。

[0038] 根据本发明,由于可以在不破坏立体观看的范围中自由变更立体显示的深度,所以可以减小观看立体显示时眼睛的负担,由此防止由于眼睛疲劳造成的误诊断。

## 附图说明

[0039] 图1是示出了根据本发明的立体显示装置的示例的概视图。

[0040] 图2是示出了根据本发明的立体显示装置的系统构造的示例的框图。

[0041] 图3是示出了根据本发明的立体显示装置的显示画面的示例的图。

[0042] 图4是示出了深度以及从右眼和左眼的外观的变化的图。

[0043] 图5A是示出了立体显示中的深度和外观的图,而图5B是示出了此时的右眼图像和左眼图像的图。

[0044] 图6A是示出了当作为右眼图像和左眼图像之间的距离的图像间距离被变更时右眼图像和左眼图像的图,而图6B是示出了该情况下立体显示中深度和外观的图。

[0045] 图7是示出了乳房X线照相术中根据本发明的第一实施方式的提供立体显示的深度的最大值和最小值的图像间距离(第一图像间距离)的范围的计算方法的图。

[0046] 图8是示出了在本发明的第一实施方式中当立体显示的深度变更时的处理流程的流程图。

[0047] 图9是示出了在本发明的第二实施方式中考虑观察条件时立体显示中的深度和外观的图。

[0048] 图10是示出了在本发明的第二实施方式中当立体显示的深度变更时的处理流程

的流程图。

## 具体实施方式

[0049] 下面将参照附图中所示的示例性实施方式详细描述根据本发明的立体显示装置。

[0050] 第一实施方式

[0051] 图 1 是示出了根据本发明的立体显示装置的示例的整体构造的概观图。图 2 是示出了根据本发明的立体显示装置的系统构造的示例的框图。

[0052] 根据本发明的立体显示装置 10 包括显示单元 12、一副偏振眼镜 14、操作输入单元 16 和控制台 30。

[0053] 显示单元 12 包括第一图像显示单元 18L、第二图像显示单元 18R 和分光镜 20。显示单元 12 通过在第一图像显示单元 18L 上显示左眼图像并且在第二图像显示单元 18R 上显示右眼图像,来执行立体显示,并且还可以通过在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上显示相同的图像来显示正常的平面显示。

[0054] 在第一实施方式中,假设从与显示单元 12 分开预定距离的观察位置观察显示单元 12(预定观察条件),并且显示单元 12(第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R)的像素间距离(像素尺寸)和缩放率被设置为预定值(预定显示条件和图像处理条件)。

[0055] 通过使观察者利用后面要描述的一副偏振眼镜 14 从上述观察位置观察显示单元 12,可以基于右眼图像和左眼图像实现立体显示。

[0056] 例如,如上所述,根据本发明的立体显示装置 10 经由控制台 30 的后面要描述的图像获取单元 50 连接至图像网络系统(如,PACS),并且从图像网络系统中所包括的图像服务器 32 获取放射线摄影图像中允许立体观看的右眼图像和左眼图像。立体显示装置 10 可以直接连接至放射线摄影成像系统等并且可以获取允许立体观看的右眼图像和左眼图像。

[0057] 允许立体观看的右眼图像和左眼图像是在放射线摄影成像装置等中,在放射线照射位置(即,球状物(放射线源)位置)沿预定方向被移动预定距离的状态下,放射线摄影(立体摄影)(在预定放射线摄影条件下进行放射线摄影)的一对放射线摄影图像。

[0058] 允许立体观看的右眼图像和左眼图像可以是在移动球状物的照射方向的状态下放射线摄影的一对放射线摄影图像,或者可以是在被摄体旋转并且变更放射线在被摄体上的入射角度的状态下放射线摄影的一对放射线摄影图像。

[0059] 所获取的右眼图像和左眼图像由控制台 30 的后面要描述的图像处理单元 52 进行预定图像处理,并且由后面要描述的显示控制单元 56 分别显示在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上。

[0060] 可以在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 的前部设置附图中未示出的、在预定的不同方向上对从显示单元发出的光进行偏振的滤光器。

[0061] 这里,第一图像显示单元 18L 上显示的左眼图像的第一光由未示出的滤光器沿预定方向进行偏振,并且被分光镜 20 反射。

[0062] 类似地,第二图像显示单元 18R 上显示的右眼图像的第二光由未示出的滤光器沿与第一光的预定方向不同的预定方向进行偏振,并且被分光镜 20 透射。

[0063] 因此,反射后的第一光和透射的第二光被分光镜 20 变更为具有不同偏振方向并且沿相同方向传播的组合光。

[0064] 在第一图像显示单元 18L 上显示的左眼图像中,当被分光镜 20 反射时,第一光上下反转(正确地,沿光的传播方向的前后侧反转),由此需要预先上下反转显示图像。因此,除了变更缩放率的处理,控制台 30 的后面要描述的图像处理单元 52 对第一图像显示单元 18L 上显示的左眼图像预先执行上下反转图像的处理。

[0065] 分光镜 20 的角度被调节并且固定为,使得当操作者(观察者)在观察位置从前侧观看立体显示装置 10 的显示单元 12 时,第一图像显示单元 18L 上显示的左眼图像和第二图像显示单元 18R 上显示的右眼图像彼此交叠。

[0066] 该副偏振眼镜 14 通过使用左眼偏振透镜 14L 透射来自第一图像显示单元 18L 的第一光,通过使用右眼偏振透镜 14R 透射来自第二图像显示单元 18R 的第二光,并且阻挡其他光。

[0067] 因此,第一图像显示单元 18L 上显示的左眼图像由佩戴该副偏振眼镜 14 的操作者的左眼识别,而第二图像显示单元 18R 上显示的右眼图像由操作者的右眼识别。

[0068] 当通过利用左眼和右眼识别具有视差的图像时,人们将图像识别为立体显示。因此,佩戴该副偏振眼镜 14 的操作者通过利用右眼和左眼同时识别具有视差的右眼图像和左眼图像,来基于左眼图像和右眼图像观察立体显示。

[0069] 操作输入单元 16 可以是例如用于操作计算机的鼠标等的指示装置,并且通过对操作输入单元 16 进行操作,可以自由操作由操作者识别的显示画面上的后面要描述的光标 24。操作输入单元 16 不限于鼠标,而除了鼠标,可以还包括如用于输入信息的键盘的操作输入装置。

[0070] 通过使用控制台 30 的后面要描述的控制单元 54,计算后面要描述的光标 24 的位置并且进行描画,并且通过使用后面要描述的显示控制单元 56 在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上显示该光标 24。

[0071] 如图 2 所示,控制台 30 包括图像获取单元 50、图像处理单元 52、控制单元 54、显示控制单元 56 和存储单元 58。控制台 30 具体地由包括 CPU(中央处理单元)、RAM(随机访问存储器)和硬盘的计算机而构成,并且 CPU、RAM 和硬盘等彼此配合地构成控制台 30 的单元。

[0072] 图像获取单元 50 经由控制单元 54 响应于操作输入单元 16,从图像服务器 32 获取允许立体显示的右眼图像和左眼图像的图像数据。

[0073] 图像处理单元 52 对由图像获取单元 50 获取的右眼图像和左眼图像的图像数据执行预定图像处理,并且输出可以在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上显示的图像数据。图像处理单元 52 基于显示软件等,对右眼图像和左眼图像执行利用预定缩放率的缩放处理。可以基于显示单元 12(第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R)的像素间距离的信息来执行缩放处理。如上所述,对要在第一图像显示单元 18L 上显示的左眼图像执行图像处理,以显示上下反转的图像。

[0074] 图像处理单元 52 可以响应于来自控制单元 54 的指令,向存储单元 58 输出已经经过图像处理的右眼图像和左眼图像的图像数据。

[0075] 可以通过使用操作输入单元 16 来设置图像的缩放率的信息。图像处理单元 52 可以基于图像的所设置的缩放率的信息,对右眼图像和左眼图像进行缩放。

[0076] 控制单元 54 根据来自操作输入单元 16 的指示,控制图像获取单元 50、图像处理单

元 52、显示控制单元 56 和存储单元 58 的操作,并且通过使用显示控制单元 56,在右眼图像和左眼图像这两个图像上显示通过使用操作输入单元 16 操作的光标 24。

[0077] 如后所述,控制单元 54 通过使用图像处理单元 52 和显示控制单元 56,变更右眼图像和左眼图像之间的图像差(图像间距离),或者使用放射线摄影条件,来计算在深度方向的可移动范围。

[0078] 显示控制单元 56 响应于来自控制单元 54 的指示,在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上显示已经经过图像处理单元 52 的预定图像处理并且可以显示的右眼图像和左眼图像,并且控制单元 54 在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上显示计算了位置并且被描画的光标 24。

[0079] 显示控制单元 56 可以响应于来自控制单元 54 的指示,读取存储单元 58 中存储的右眼图像和左眼图像的图像数据,并且可以在第一图像显示单元 18L 和第二图像显示单元 18R 上显示图像数据。

[0080] 存储单元 58 存储已经经过图像处理单元 52 的预定图像处理的右眼图像和左眼图像的图像数据,并且响应于来自控制单元 54 的指示,在需要时向显示控制单元 56 输出图像数据。

[0081] 存储单元 58 可以响应于经由控制单元 54 来自操作输入单元 16 的指示,向图像服务器 32 输出所存储的右眼图像和左眼图像的图像数据。

[0082] 除了右眼图像和左眼图像的图像数据,存储单元 58 可以还存储右眼图像和左眼图像的放射线摄影条件、图像间距离、图像的缩放率等。

[0083] 图 3 是示出了在根据本发明的立体显示装置 10 中,从显示单元 12(分光镜 20)识别的立体显示画面的图的示例。

[0084] 如图 3 所示,显示单元 12 的立体显示画面显示图像显示区域 22、光标 24、图像差显示区域 26 和文本显示区域 28A 和 28B。

[0085] 图像显示区域 22 可以执行立体显示并且还可以响应于从操作输入单元 16 输入的指示,且响应于基于对光标 24 的操作的向画面(显示单元 12)输入的输入指示(向后面要描述的文本显示区域 28A 和 28B 输入的指示),执行包括右眼图像和左眼图像的平面显示。

[0086] 图像显示区域 22 可以同时执行多个立体显示并且可以执行立体显示和平面显示这两者。

[0087] 光标 24 如前所述地在画面上给出输入指示,并且在后面要描述的图像差显示区域 26 中,通过移动(偏移)右眼图像和左眼图像的缩略图像,在深度方向调节图像显示区域中的立体显示。

[0088] 图像差显示区域 26 在立体显示中显示右眼图像和左眼图像彼此交叠分开多少(右眼图像和左眼图像之间的图像差(图像间距离)),作为左眼图像的缩略图像和右眼图像的缩略图像之间的位置关系。

[0089] 操作者可以通过确认图像差显示区域 26,来确认右眼图像和左眼图像从原始位置移动多少。

[0090] 通过对操作输入单元 16 进行操作(拖拽鼠标 16),以通过使用光标 24 移动左眼图像的缩略图像和右眼图像的缩略图像,可以在深度方向调节立体显示。

[0091] 关于使用操作输入单元 16 的操作,例如通过前后旋转(滚动)鼠标 16 的轮 16S,

可以控制两个缩略图像的移动,即,在深度方向对立体显示的调节。

[0092] 关于缩略图像的移动,右眼图像的缩略图像和左眼图像的缩略图像这两者可以都移动,或者可以仅移动其中一方。根据缩略图像之间的距离变更立体显示中右眼图像和左眼图像之间的距离(图像间距离)。

[0093] 由于右眼图像和左眼图像是出于立体显示的目的从不同位置放射线摄影的图像,所以观察者可以通过在相同位置交叠地显示这两个图像、使左眼识别左眼图像而使右眼识别右眼图像,来识别立体显示。在根据本发明的立体显示装置 10 中,当在上述观察位置观察显示单元时,预先精确地调节第一图像显示单元 18L、第二图像显示单元 18R 和分光镜 20 之间的位置关系,以在图像显示区域 22 中在相同位置交叠地显示两个图像。

[0094] 当首次观察时要在观察位置观察的图像显示区域 22 中的右眼图像和左眼图像的显示位置彼此分开时,观察者对操作输入单元 16 进行操作,以通过使用显示控制单元 16,由软件校正右眼图像和左眼图像的显示位置,由此执行校准,以在相同位置交叠地显示两个图像。

[0095] 在已经经过校准的立体显示中,在图像显示区域 22 中右眼图像和左眼图像在相同位置交叠地显示,并且如上所述,在图像差显示区域 26 中的左眼图像的缩略图像和右眼图像的缩略图像在相同位置交叠地显示。

[0096] 在图像差显示区域 26 中,可以显示代表右眼图像和左眼图像的框或矩形,而不是缩略图像。这是因为仅必须确认当前立体显示中的图像差,并且仅在深度方向细微地调节该图像差。

[0097] 因此,例如,当前立体显示的位置可以由虚线框表示,左眼图像可以由蓝色矩形表示,而右眼图像可以由红色矩形表示。矩形可以透出背景并且可以用由红色和蓝色叠加而的紫色来显示交叠区域。

[0098] 当在图像显示区域 22 中显示多个立体显示时,在图像差显示区域 26 中显示通过使用光标 24 选择的立体显示的缩略图像。

[0099] 文本显示区域 28A 和 28B 示出了选单、右眼图像和左眼图像的放射线摄影信息、右眼图像和左眼图像之间的图像间距离、来自后面要描述的告警装置的告警等。图像显示区域 22 中的文本显示区域 28A 可以示出立体显示,并且除了图像显示区域 22 之外的文本显示区域 28B 可以示出平面显示。

[0100] 在文本显示区域 28A 中,与右眼图像和左眼图像类似,可以在深度方向变更立体显示,可以通过互锁右眼图像和左眼图像来在深度方向变更立体显示,或者可以与右眼图像和左眼图像独立地在深度方向变更立体显示。

[0101] 选单的示例包括在图像显示区域 22 中的立体显示和平面显示之间进行切换,选择显示方法,存储立体显示(右眼图像、左眼图像、二者之间的图像间距离),以及存储图像间距离等。

[0102] 操作者可以通过使用光标 24 指示选单。

[0103] 在图像显示区域 22 中显示单个立体观看的方法、显示多个立体观看的方法、示出立体显示和平面显示(右眼图像和左眼图像中至少一方)的方法等可以被认为是显示方法。可以在选单中选择这些显示方法。

[0104] 下面将参照图 4 至图 6B 描述本发明的立体显示的原理以及移动且显示右眼图像

(以右眼的视点)和左眼图像(以左眼的视点)时的效果。

[0105] 首先,假设在图 4 中左右方向被定义为 X 轴方向(其中,右侧为正),并且前后方向被定义为 Z 轴方向(其中,后侧为正)。接着,当沿 X 轴方向位于相同位置的物体 A 从观察者的视点远离时(当其沿 Z 轴方向离开时(例如,从图 4 中的位置(D<sub>2</sub>)移动到位置(D<sub>1</sub>))),左眼图像中的物体看来向左侧移动而右眼图像中的物体 A 看起来向右侧移动。当物体靠近观察者的视点移动时(当其沿 Z 轴方向靠近时(例如,从图 4 中的位置(D<sub>1</sub>)移动到位置(D<sub>2</sub>))),左眼图像中的物体 A 看来向右侧移动而右眼图像中的物体 A 看来向左侧移动。

[0106] 基于图 4 中所示的事实,将参照图 5A 和图 5B 以及图 6A 和图 6B 描述移动且显示右眼图像和左眼图像时的效果。

[0107] 如图 5A 所示,例如,当彼此空间分开预定距离的物体 B 和 C 呈现相对靠近观察者的视点时,右眼和左眼分别将物体识别为图 5B 中所示的右眼图像和左眼图像。

[0108] 使观察者观看图 6A 中所示的包括物体 B 和 C 的右眼图像和左眼图像,在图 6A 中,从图 5B 左眼图像平行向左侧移动,而右眼图像平行向右侧移动(即,使右眼图像和左眼图像之间的图像间距离增加)。在图 6A 中所示的右眼图像和左眼图像中,物体 B 和 C 从由虚线表示的图 5B 中的位置平行移动到由实线表示的位置。

[0109] 接着,如从参照图 4 的描述中可以看出的,观察者的大脑识别出物体 B 和 C 位于比图 5A 中深的图 6B 中所示的位置。

[0110] 因此,通过沿预定方向(放射线源的移动方向(放射线摄影方向),即,与连接观察者的右眼和左眼的直线平行的方向)移动图 5B 中所示的右眼图像和左眼图像,并且示出观察者将它们视为图 6A 中(由实线表示的)所示的右眼图像和左眼图像,可以移动观察者在深度方向的识别。

[0111] 即,可以在深度方向调节立体显示。

[0112] 当右眼图像和左眼图像之间的图像间距离沿与连接观察者的右眼和左眼的直线平行的方向变化时,显示看来在深度方向变化。因此,即使当稍微倾斜移动右眼图像和左眼图像时,也在深度方向调节了显示。

[0113] 即,右眼图像和左眼图像的移动方向不需要与连接观察者的右眼和左眼的直线方向精确地平行,而两个方向仅需要大致彼此平行,以沿直线方向变更图像间距离。

[0114] 以上描述了本发明的原理和当沿预定方向移动且显示右眼图像和左眼图像时的效果。

[0115] 因此,图 1 和图 2 中所示的根据本发明的立体显示装置 10,通过使控制台 30 的图像处理单元 52 将允许立体观看的右眼图像和左眼图像分别向右侧和左侧稍微移动,以形成新的右眼图像和新的左眼图像,并且使观察者观看新的右眼图像和新的左眼图像,可以使观察者识别更深的立体显示。

[0116] 即,图 1 和图 2 中所示的立体显示装置 10 可以通过如上所述地沿与连接观察者的右眼和左眼的直线平行的方向(在该情况下左右水平方向),移动为了立体显示而放射线摄影的右眼图像和左眼图像,来变更立体显示的深度。

[0117] 根据本发明的立体显示装置 10 可以如上所述地变更立体显示的深度,但是深度变更是有限制的。当右眼图像和左眼图像彼此分开过大地显示时,观察者的大脑将右眼图像和左眼图像识别为不同图像,并且由此无法获得立体观看。

[0118] 当右眼图像和左眼图像交换位置时,观察者的的大脑可以颠倒深度位置地识别立体显示。

[0119] 当以这种方式破坏立体观看时,不可能执行正常的放射线摄影图像诊断并且当深度位置颠倒时,存在造成误诊断的风险。因此,为了不造成这种现象,必须预定在深度方向的最大值和最小值,即,右眼图像和左眼图像之间的距离的范围,以当移动超出该范围时给予告警。

[0120] 下面将参照乳房 X 线照相术描述在深度方向的最大值和最小值的计算,即,右眼图像和左眼图像之间的距离的范围的计算。

[0121] 如图 7 所示,乳房 X 线成像装置 40 包括:放射线源 42,该放射线源 42 在关于图像接收面的中心保持放射线源-图像接收面距离 (SID) 的同时移动;放射线摄影台(壳体)44,可以调节其深度;以及压板 46,其将患者的乳房压到放射线摄影台 44。包括图像接收面且未示出的检测器设置在放射线摄影台 44 下方。

[0122] 当在乳房 X 线照相术中执行立体显示时,通过从具有不同放射线摄影位置(放射线源位置)的两个地点对被摄体进行乳房 X 线照相(立体摄影)来获取立体显示所需的右眼图像和左眼图像。

[0123] 在该情况下,在通过使立体显示装置 10 原样地显示这两个图像允许立体显示的放射线摄影位置,拍摄右眼图像和左眼图像。

[0124] 如图 7 所示,基于例如从放射线源位于角度  $0^\circ$  (L1) 以及放射线源位于角度  $\theta$  (L2) 的两个地点拍摄的图像,来执行立体显示。

[0125] 在乳房 X 线成像装置 40 中,首先,将放射线源-图像接收面距离 (SID) 定义为  $D$ ,将按压厚度(放射线摄影台-压板面距离)定义为  $l_p$ ,将放射线摄影台厚度(放射线摄影台-图像接收面距离)定义为  $l_c$ ,而将移动放射线源 42 的放射线源臂的旋转角度定义为  $\theta$ 。这些是对于乳房 X 线成像装置 40 特有的并且根据乳房 X 线照相信息所确定的常数。

[0126] 代替旋转角度  $\theta$ ,可以给出放射线源的移动距离。

[0127] 在乳房 X 线照相之后,这些放射线摄影条件与立体显示所需要的右眼图像和左眼图像的拍摄图像一起存储在图像服务器 32 中,并且与拍摄图像一起发送到立体显示装置 10 的控制台 30。

[0128] 如图 7 所示,乳房 X 线成像装置 40 中放射线源臂的旋转轴位于检测器的图像接收面的中心,并且作为检测器的面板固定于放射线摄影台 44,使得该面板的中心被设置为放射线源臂的旋转角度是  $0^\circ$  的放射线源位置。

[0129] 当用作放射线源臂的基准位置的  $0^\circ$  的放射线源位置 (L1) 由  $(X, Y) = (0, D)$  表示时,旋转了角度  $\theta$  之后的放射线源位置 (L2) 由表达式 1 表示。

[0130] 表达式 1

$$[0131] \quad X = D \cdot \sin \theta$$

$$[0132] \quad \dots (1)$$

$$[0133] \quad Y = D \cdot \cos \theta$$

[0134] 通过使用具有旋转角度  $\theta$  的放射线源 42 投影存在于与检测器的图像接收面的中心分开  $l$  的位置的被摄体而获得的图像,形成在图像接收面上由表达式 2 计算出的位置  $x_m$ 。

[0135] 表达式 2

$$[0136] \quad x_m: x_m + D \sin \theta = l: D \cos \theta$$

$$[0137] \quad \Leftrightarrow l \cdot x_m + l \cdot D \sin \theta = x_m \cdot D \cos \theta$$

$$[0138] \quad \Leftrightarrow x_m (D \cos \theta - l) = l \cdot D \sin \theta \quad \dots (2)$$

$$[0139] \quad \Leftrightarrow x_m = \frac{l \cdot D \sin \theta}{D \cos \theta - l}$$

[0140] 由于被摄体必须存在于压板 46 和放射线摄影台 44 之间所夹的空间中, 所以原则上在其他空间中什么也不存在。因此, 被认为是最容易观看并且不存在左右视差的位置仅位于该空间中。

[0141] 因此, 通过将被摄体与放射线摄影台 44 接触的情况用作深度最大的情况并且将被摄体与压板接触的情况用作深度最小的情况来执行计算, 由表达式 3 确定右眼图像和左眼图像的成像位置  $x_m$  的范围。

[0142] 表达式 3

$$[0143] \quad \frac{l_c \cdot D \sin \theta}{D \cos \theta - l_c} \leq x_m \leq \frac{l_p \cdot D \sin \theta}{D \cos \theta - l_p} \quad \dots (3)$$

[0144] 这里, 由于成像位置  $x_m$  的范围等于右眼图像和左眼图像之间的图像间距离  $x_m$  的范围, 所以由上述表达式来确定右眼图像和左眼图像之间的图像间距离  $x_m$  的范围。等于成像位置的范围的、第一实施方式中的图像间距离  $x_m$  被定义为第一图像间距离  $x_m$ 。

[0145] 如图 7 所示, 在一个角度是  $0^\circ$  的情况下, 即, 一个放射线摄影位置 (L1) 位于基准位置的情况下, 计算第一图像间距离  $x_m$  的范围, 但是放射线摄影位置 (L1) 的角度可以被概括为  $\theta_1$ , 而放射线摄影位置 (L2) 可以被概括为  $\theta_2$  ( $\theta_1 \leq \theta_2$ )。

[0146] 在该情况下, 第一图像间距离  $x_m$  的范围由表达式 4 确定。

[0147] 表达式 4

$$[0148] \quad \frac{l_c \cdot D \sin \theta_2 \cdot (D \cos \theta_1 - l_c) - l_c \cdot D \sin \theta_1 \cdot (D \cos \theta_2 - l_c)}{(D \cos \theta_1 - l_c) (D \cos \theta_2 - l_c)} \leq x_m \leq \dots (4)$$

$$[0149] \quad \frac{l_p \cdot D \sin \theta_2 \cdot (D \cos \theta_1 - l_p) - l_p \cdot D \sin \theta_1 \cdot (D \cos \theta_2 - l_p)}{(D \cos \theta_1 - l_p) (D \cos \theta_2 - l_p)}$$

[0150] 在该实施方式中, 在作为观察目标的被摄体位于图像接收面的中心附近的前提下执行计算。

[0151] 在正常的立体摄影中, 由于在预定角度 (例如,  $0^\circ$  和  $4^\circ$ ) 执行拍摄图像, 所以可以通过制备包括这些固定值和按压厚度之间的关系的表单并且根据在拍摄图像过程中的按压厚度参照该表单, 来确定右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  的范围。

[0152] 不会破坏立体观看的第一图像间距离  $x_m$  的范围根据观察者而变化, 并且由此难以唯一地确定范围。因此, 该范围是这样的基准, 该基准不表示当超过该范围时必然出现破坏立体观看或深度颠倒而是表示当超过该范围时出现破坏立体观看或深度颠倒的可能性。

[0153] 因此, 可以不根据测量值来计算上述表格, 而可以根据经验来获得上述表格。

[0154] 到目前为止, 已经描述了根据通过乳房 X 线照相而获得的右眼图像和左眼图像来计算立体显示中右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  的范围的方法, 但是本发明不限于乳房 X 线照相。

[0155] 在通常的放射线摄影中,通过测量被摄体厚度并且使用测得的厚度而不是按压厚度  $1_p$  可以获得同样的范围。可以制备包括被摄体的性别、身高、重量等和被摄体厚度之间的关系的表,可以基于身体值和该表来估计被摄体厚度,并且可以使用估计值。

[0156] 由控制台 30 的控制单元 54 计算右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值,并且该最大值和最小值用于控制图像显示区域 22。

[0157] 第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值以及变更后的图像间距离与右眼图像和左眼图像一起临时存储在控制台 30 的存储单元 58 中,并且经由存储单元 58 存储在图像服务器 32 中。

[0158] 如上所述,根据本发明的立体显示装置 10 包括告警装置。当图像间距离超出第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值之间的范围时,该告警装置给出告警。

[0159] 如上所述,告警装置可以在文本显示区域 28A 和 28B 中显示效果,或者可以停止变更图像间距离。

[0160] 控制台 30 的控制单元 54 执行计算,并且经由控制单元 54 和显示控制单元 56 给出告警指示(显示告警指示)。

[0161] 下面将参照图 8 中所示的流程图中的步骤,简要描述根据本发明的立体显示装置 10 的操作。

[0162] 首先,在步骤 S1 中,从图像服务器 32 等获取为了立体显示而放射线摄影的右眼图像和左眼图像、以及放射线摄影条件(S1)。

[0163] 如上所述,放射线摄影条件包括放射线源-图像接收面距离(SID)D、放射线源的照射角度(放射线源臂的旋转角度) $\theta$ 、按压厚度(放射线摄影台-压板面距离) $1_p$  和壳体厚度(放射线摄影台-图像接收面距离) $1_c$ 。

[0164] 在步骤 S3 中,根据放射线摄影条件来计算右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值。在乳房 X 线照相的情况下,由于要观察的被摄体被认为存在于压板和放射线摄影台之间,所以利用该范围作为深度方向的移动范围,来计算最大值和最小值(S3)。在乳房 X 线照相中,例如,右眼图像和左眼图像经常被固定于  $0^\circ$  的位置、 $4^\circ$  的位置等。因此,当确定按压厚度  $1_p$  时,确定第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值。

[0165] 由立体显示装置 10 的控制台 30 的控制单元 54 来计算第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值。在放射线摄影过程中,可以预先计算允许立体显示的的范围的最大值和最小值,并且这些值可以与图像一起进行存储。

[0166] 当计算右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  时,在步骤 S5 中,使用右眼图像和左眼图像,在显示单元 12(20) 的图像显示区域 22 中执行立体显示(S5)。

[0167] 在图像差显示区域 26 中,显示右眼图像和左眼图像的缩略图像,由此可以确认这两个图像移动多少进行立体显示。

[0168] 在步骤 S7 中,使用显示单元 12(20) 上的光标 24 来移动图像差显示区域 26 中的右眼图像和左眼图像的缩略图像,以变更立体显示的深度(S7)。

[0169] 当变更深度时,在步骤 S9 中,根据缩略图像的移动距离来计算右眼图像和左眼图像之间的移动距离,并且确定通过移动右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  是否在图像间距离的上述范围中,即,第一图像间距离是否超出了第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值之间的范围(S9)。

[0170] 当确定右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  超出了算得的最大值和最小值之间的范围时,在步骤 S11 中给予告警 (S11)。告警可以是视觉的 (如闪烁告警),或者可以是听觉的 (如声音)。可以限制缩略图像,以不脱离最大值和最小值的范围。

[0171] 当被给出了告警时,操作者通过使用光标来移动缩略图像并且调节第一图像间距离  $x_m$ ,以不超出最大值和最小值之间的范围。

[0172] 当第一图像间距离  $x_m$  通过移动缩略图像变为预定值时,在步骤 S13 中,根据缩略图像之间的距离移动右眼图像和左眼图像中的至少一方,并且右眼图像和左眼图像之间的图像间距离用作移动后的  $x_m$ ,由此执行立体显示 (S13)。

[0173] 观察者确认深度变更后的立体显示并且在步骤 S15 中存储深度变更后的右眼图像和左眼图像 (右眼图像、左眼图像和二者之间的距离),以再现立体显示 (S15)。

[0174] 到目前为止,已经描述了根据本发明的立体显示装置 10 中的右眼图像和左眼图像之间的第一图像间距离  $x_m$  的最大值和最小值的计算方法。

[0175] 到目前为止,在与立体显示装置 10 的显示单元 12 分开预定距离的观察位置观察了立体显示装置 10 的前提下,描述了根据本发明的立体显示装置的第一实施方式。

[0176] 如第一实施方式,不能说必须在观察位置观察显示单元 12 的立体显示。用于立体显示的优选条件根据后面要描述的观察者的双眼距离而变化。

[0177] 因此,作为本发明的第二实施方式,将描述考虑了观察条件 (用于观察的条件:观察位置和后面要描述的双眼距离)、显示条件 (显示装置的像素间距离) 和图像处理条件 (图像的缩放率) 的立体显示装置。

[0178] 第二实施方式

[0179] 根据本发明的第二实施方式的立体显示装置的构造与图 1 和图 2 所示的根据第一实施方式的立体显示装置 10 的构造相同,由此将不重复其描述。

[0180] 第二实施方式与第一实施方式的不同点在于:当计算右眼图像和左眼图像移动的最大值和最小值时,除了放射线摄影条件之外,还考虑了用于显示的条件 (显示条件)、用于处理图像的条件 (图像处理条件) 和用于观察的条件 (包括观察者) (观察条件)。

[0181] 可以认为基于监视器 (显示单元 12) 的像素尺寸的放大率 (缩放率) 是显示条件的示例,并且可以认为基于显示软件的显示倍率是图像处理条件的示例。

[0182] 可以认为以下各项是观察条件:观察者的双眼距离、观察距离 (观察者和显示单元 12 的显示面 (放置在观察者前面的第二图像显示单元 18R,作为基准) 之间的距离)、显示面上的左右视差、成像面距离 (到立体图像的成像面的距离)、在成像面上的双眼角度、在显示面上的双眼角度等。

[0183] 如图 9 所示,当观察者的双眼距离被定义为  $D_{eye}$ ,观察距离被定义为  $VD$ ,左右视差被定义为  $d'$ ,成像面距离被定义为  $x$ ,在成像面上的双眼角度被定义为  $\alpha$ ,而在显示面上的双眼角度被定义为  $\beta$  时,根据双眼距离  $D_{eye}$  和观察距离  $VD$  获得以下表达式。

[0184] 表达式 5

$$[0185] \quad \frac{D_{eye}}{2} = VD \cdot \tan \frac{\beta}{2} \quad \dots (5)$$

[0186] 根据双眼距离  $D_{eye}$  和成像面距离  $x$  获得以下表达式。

[0187] 表达式 6

[0188]  $\frac{D_{eye}}{2} = x \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad \dots (6)$

[0189] 根据左右视差  $d'$ 、成像面距离  $x$  和观察距离  $VD$  获得以下表达式。

[0190] 表达式 7

[0191]  $\frac{d'}{2} = (x - VD) \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad \dots (7)$

[0192] 因此根据表达式 5 至 7 获得以下表达式。

[0193] 表达式 8

[0194]  $d' = 2 \cdot VD \cdot \left( \tan \frac{\beta}{2} - \tan \frac{\alpha}{2} \right) \quad \dots (8)$

[0195] 由正切加法定理建立以下表达式。

[0196] 表达式 9

[0197]  $\tan \left( \frac{\beta}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{\tan \frac{\beta}{2} - \tan \frac{\alpha}{2}}{1 + \tan \frac{\beta}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2}} \quad \dots (9)$

[0198] 表达式 10

[0199]  $\tan \frac{\beta}{2} - \tan \frac{\alpha}{2} = \tan \left( \frac{\beta}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \left( 1 + \tan \frac{\beta}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \right) \quad \dots (10)$

[0200] 通过将这些表达式代入表达式 8, 获得以下表达式。

[0201] 表达式 11

[0202]  $d' = 2 \cdot VD \cdot \left\{ \tan \left( \frac{\beta}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \left( 1 + \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \tan \frac{\beta}{2} \right) \right\} \quad \dots (11)$

[0203] 这里, 由于用  $\phi_2 = \beta - \alpha$  表示视差角  $\phi_2$ , 所以将表达式 11 变为以下表达式。

[0204] 表达式 12

[0205]  $d' = 2 \cdot VD \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot \left\{ 1 + \tan \left( \frac{\beta - \phi_2}{2} \right) \cdot \tan \frac{\beta}{2} \right\} \quad \dots (12)$

[0206] 通过将正切加法定理应用于表达式 12, 获得以下表达式。

[0207] 表达式 13

[0208]  $d' = 2 \cdot VD \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot \left\{ 1 + \tan \frac{\beta}{2} \cdot \frac{\tan \frac{\beta}{2} - \tan \frac{\phi_2}{2}}{\tan \frac{\beta}{2} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 1} \right\} \quad \dots (13)$

[0209] 由表达式 5 建立以下表达式。

[0210] 表达式 14

[0211]  $\tan \frac{\beta}{2} = \frac{D_{eye}}{2 \cdot VD} \quad \dots (14)$

[0212] 通过用表达式 14 代替表达式 12 中的  $\tan(\beta/2)$ , 可以获得以下表达式。

[0213] 表达式 15

$$[0214] \quad d' = 2 \cdot VD \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot \left\{ 1 + \frac{D_{eye}}{2 \cdot VD} \cdot \frac{\frac{D_{eye}}{2 \cdot VD} - \tan \frac{\phi_2}{2}}{\frac{D_{eye}}{2 \cdot VD} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 1} \right\}$$

$$[0215] \quad \Leftrightarrow d' = 2 \cdot VD \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot \frac{\frac{D_{eye}}{2 \cdot VD} - \tan \frac{\phi_2}{2}}{\frac{D_{eye}}{2 \cdot VD} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 1}$$

$$[0216] \quad \Leftrightarrow d' = 2 \cdot VD \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot \frac{D_{eye} - \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot 2 \cdot VD}{D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD}$$

[0217]

$$\Leftrightarrow d' = \frac{2 \cdot VD \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD)}{D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD} + \frac{D_{eye}^2 \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} - D_{eye} \cdot \tan^2 \frac{\phi_2}{2} \cdot 2 \cdot VD}{D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD}$$

[0218]

$$\Leftrightarrow d' = \frac{D_{eye} \cdot \tan^2 \frac{\phi_2}{2} \cdot 2 \cdot VD + 4 \cdot VD^2 \cdot \tan \frac{\phi_2}{2}}{D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD} + \frac{D_{eye}^2 \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} - D_{eye} \cdot \tan^2 \frac{\phi_2}{2} \cdot 2 \cdot VD}{D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD}$$

$$[0219] \quad \Leftrightarrow d' = \frac{D_{eye}^2 \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 4 \cdot VD^2 \cdot \tan \frac{\phi_2}{2}}{D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2} + 2 \cdot VD}$$

$$[0220] \quad \Leftrightarrow d' = \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2}} \quad \dots (15)$$

[0221] 放射线摄影过程中图像接收面上的位置间隙被定义为  $x_m$  (第一实施方式中的第一图像间距离, 即, 成像位置), 放射线源 - 图像接收面距离 (SID) 被定义为  $D$ , 从检测器的图像接收面的中心到被摄体 (关注位置) 的距离被定义为  $l$  (第一实施方式中的放射线摄影台厚度 (放射线摄影台 - 图像接收面距离)  $l_c \leq l \leq$  按压厚度 (放射线摄影台 - 压板面距离)  $l_p$ ), 并且放射线源臂的旋转角度差被定义为  $\psi_1$  (第一实施方式中的球状物振荡角度  $\psi_1: \psi_1 = \theta_2 - \theta_1$ )。

[0222] 接着, 放射线摄影过程中的球状物间距离被表示为  $2 \cdot D \cdot \tan(\psi_1/2)$ , 并且从球状物到压板的距离被表示为  $D-l$ 。

[0223] 当假设球状物的移动面与图像接收面大致平行时 (通常, 当获取用于立体显示的右眼图像和左眼图像时, 放射线源臂的旋转角度差  $\psi_1$  很小, 以至于可以被认为这两者是大致平行。这旨在防止破坏立体显示。), 建立以下表达式。

[0224] 表达式 16

$$[0225] \quad x_m: 2 \cdot D \cdot \tan \frac{\phi_1}{2} = 1:D-1 \quad \cdots (16)$$

[0226] 因此,由以下表达式表示位置间隙  $x_m$ 。

[0227] 表达式 17

$$[0228] \quad x_m = \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\phi_1}{2} \cdot 1}{D-1} \quad \cdots (17)$$

[0229] 显示面上的左右视差  $d'$  是监视器 (显示单元 12) 上显示的图像的外观尺寸,并且图像数据的位置间隙  $x_m$  由成像装置的间隙决定。因此,成像装置的尺寸和显示装置的尺寸必须彼此匹配。当成像装置的像素间距离是  $d_i$  并且显示装置的像素间距离是  $d_m$  时,可以通过将监视器上图像的尺寸设置为  $d_i/d_m$  倍 ( $= m_1$ ),将以与成像期间的间隙相同比例地设置显示期间的间隙。

[0230] 当观看由图像处理单元 52 以  $m_2$  倍放大的图像时,  $d'$  是通过放大原始图像可以获得的大小,并且由此必须将  $d'$  与放大率为 1 倍 (等倍) 的距离进行匹配。

[0231] 当作为显示条件的、监视器 (显示单元 12) 中像素尺寸的放大率被定义为  $m_1$  并且作为图像处理条件的、显示软件的显示倍率被定义为  $m_2$  时,第二实施方式中的右眼图像和左眼图像之间的第二图像间距离 (图像移动距离)  $\Delta d$  表示为如下。

[0232] 表达式 18

$$[0233] \quad \Delta d = \frac{d'}{m_1 m_2} - x_m \quad \cdots (18)$$

[0234] 因此,如第一实施方式中,利用表达式 15、17 和 18 以及检测器的图像接收面的中心和被摄体 (关注位置) 之间的距离  $l$  ( $l_c \leq l \leq l_p$ ),可以计算可以移动右眼图像和左眼图像的第二图像间距离  $\Delta d$  的范围。

[0235] 第二图像间距离  $\Delta d$  的范围由以下表达式表示。

[0236] 表达式 19

$$[0237] \quad \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{m_1 m_2 (2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2})} - \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\phi_1}{2} \cdot l_p}{D-l_p} \leq \Delta d \leq \cdots (19)$$

$$[0238] \quad \frac{\tan \frac{\phi_2}{2} \cdot (D_{eye}^2 + 4VD^2)}{m_1 m_2 (2VD + D_{eye} \cdot \tan \frac{\phi_2}{2})} - \frac{2 \cdot D \cdot \tan \frac{\phi_1}{2} \cdot l_c}{D-l_c}$$

[0239] 这样,根据本发明的第二实施方式的立体显示装置 10 考虑到用于放射线摄影和观察的条件,计算右眼图像和左眼图像之间的图像间距离,并且基于该图像间距离执行立体显示,由此可以执行比第一实施方式可以更容易观察的并且考虑了放射线摄影情况和观察情况的立体显示。

[0240] 在根据第二实施方式的立体显示装置 10 中,放射线摄影条件、观察条件、显示条

件和图像处理条件、右眼图像和左眼图像的图像数据、以及图像间距离可以存储在控制台 30 的存储单元 58, 中并且可以在查阅立体显示时再一次使用。

[0241] 具体地, 观察条件根据立体显示的目的或观察者的双眼距离而变化, 由此与该目的或观察者信息相关联地进行存储。当由另一个观察者或者出于另一个目的而再次读取右眼图像和左眼图像的图像数据和二者之间的图像间距离时, 可以基于另一个观察者的观察条件 (主要是双眼距离), 由图像处理单元 52、控制单元 54 和显示控制单元 56, 来校正图像间距离。

[0242] 下面将参照图 10 中所示的流程图的步骤, 简要描述根据本发明的第二实施方式的立体显示装置 10 的操作。

[0243] 与第一实施方式中的流程类似, 首先, 在步骤 S101 中, 从图像服务器 32 等获取为了立体显示而放射线摄影的右眼图像和左眼图像、以及其放射线摄影条件 (S101)。

[0244] 如在第一实施方式中, 放射线摄影条件包括放射线源 - 图像接收面距离 (SID) D、放射线源的照射角度  $\theta_1$  和  $\theta_2$  (放射线源臂的旋转角度, 即, 球状物振动角度  $\psi_1 = \theta_2 - \theta_1$ ,  $\theta_2 \geq \theta_1$ )、按压厚度 (放射线摄影台 - 压板面距离)  $l_p$  和壳体厚度 (放射线源 - 图像接收面距离)  $l_c$ 。

[0245] 在步骤 S102 中, 如上所述, 通过使用操作输入单元 16 输入以下各项作为观察条件: 观察者的双眼距离  $D_{eye}$ 、观察距离 VD、显示面上的左右视差  $d'$ 、成像面距离  $x$ 、成像面上的双眼角度  $\alpha$ 、和显示面上的双眼角度  $\beta$  等。可以预先输入预定值作为观察条件。与观察条件类似, 获取根据显示单元 12 的屏幕尺寸和图像数据的大小所使用的条件, 作为显示条件 (基于监视器的像素尺寸的放大率  $m_1$ ) 和图像处理条件 (显示软件的显示倍率  $m_2$ ) (S102)。

[0246] 在步骤 S103 中, 根据放射线摄影条件、观察条件等计算右眼图像和左眼图像之间的第二图像间距离 (图像移动距离)  $\Delta d$  的最大值和最小值。

[0247] 如上所述, 当基于监视器的像素尺寸的放大率被定义为  $m_1$  并且显示软件的显示倍率被定义为  $m_2$  时, 由表达式 17 计算第二图像间距离  $\Delta d$ 。

[0248] 如上所述, 在乳房 X 线照相的情况下, 由于认为要观察的被摄体存在于压板和放射线摄影台之间, 所以利用该范围作为在深度方向的移动范围来计算最大值和最小值 (S103)。在乳房 X 线照相中, 例如, 右眼图像和左眼图像经常被固定于  $0^\circ$  的位置、 $4^\circ$  的位置等。因此, 当确定按压厚度  $l_p$  时, 确定第二图像间距离  $\Delta d$  的最大值和最小值。

[0249] 由立体显示装置 10 的控制台 30 的控制单元 54 来计算第二图像间距离  $\Delta d$  的最大值和最小值。在放射线摄影过程中, 可以预先计算允许立体显示的范围的最大值和最小值, 并且这些值可以与图像一起进行存储。

[0250] 如在第一实施方式中, 当计算右眼图像和左眼图像之间的第二图像间距离  $\Delta d$  时, 在步骤 S105 中, 通过使用右眼图像和左眼图像, 在显示单元 12 (20) 的图像显示区域 22 中执行立体显示 (S105)。

[0251] 在图像差显示区域 26 中显示右眼图像和左眼图像的缩略图像, 由此可以确认这两个图像移动多少进行立体显示。

[0252] 类似地, 在步骤 S107 中, 使用显示单元 12 (20) 上的光标 24 来移动图像差显示区域 26 中的右眼图像和左眼图像的缩略图像, 以变更立体显示的深度 (S107)。

[0253] 当变更深度时,在步骤 S109 中,根据缩略图像的移动距离来计算右眼图像和左眼图像之间的移动距离,并且确定通过移动右眼图像和左眼图像之间的第二图像间距离  $\Delta d$  是否在图像间距离的上述范围中,即,第二图像间距离  $\Delta d$  是否超出了第二图像间距离  $\Delta d$  的最大值和最小值之间的范围 (S109)。

[0254] 当确定右眼图像和左眼图像之间的第二图像间距离  $\Delta d$  超出了算得的最大值和最小值之间的范围时,如在第一实施方式中,在步骤 S111 中给出告警 (S111)。告警可以是视觉的 (如闪烁告警),或者可以是听觉的 (如声音)。可以限制缩略图像,以不脱离最大值和最小值的范围。

[0255] 当被给出了告警时,操作者使用光标来移动缩略图像并且调节第二图像间距离  $\Delta d$ ,以不超出最大值和最小值之间的范围。

[0256] 当第二图像间距离  $\Delta d$  通过移动缩略图像变为预定值时,在步骤 S113 中,根据缩略图像之间的距离移动右眼图像和左眼图像中的至少一方,并且二者之间的图像间距离用作移动后的  $\Delta d$ ,由此执行立体显示 (S113)。

[0257] 观察者确认深度变更后的立体显示,并且在步骤 S115 中存储深度变更后的右眼图像和左眼图像 (右眼图像和左眼图像的图像数据、放射线摄影条件、观察条件等),以再现立体显示 (S115)。

[0258] 第二图像间距离  $\Delta d$  和观察条件与右眼图像和左眼图像的图像数据一起存储。因此,即使当观察者改变时,也可以通过变更观察条件并且重新计算第二图像间距离  $\Delta d$ ,基于存储的右眼图像和左眼图像的图像数据,执行期望的立体显示。

[0259] 到目前为止,已经描述考虑了除了放射线摄影条件之外的观察条件、显示条件和图像处理条件的根据本发明的第二实施方式的立体显示装置。

[0260] 在第一实施方式和第二实施方式中,手动变更 (使用光标 24 移动缩略图像) 图像间距离 (其在第一实施方式中是  $x_m$  而在第二实施方式中是  $\Delta d$ ,并且包括第一图像间图像距离  $x_m$  和第二图像间距离  $\Delta d$ )。变更装置可以具有自动控制功能,并且可以基于放射线摄影条件等 (第二实施方式中,除了放射线摄影条件之外,还有观察条件、显示条件和图像处理条件),由控制台 30 自动变更图像间距离  $x_m$  和  $\Delta d$ 。

[0261] 例如,基于按压厚度  $l_p$  和放射线源的照射角度  $\theta_1$  和  $\theta_2$  (球状物振荡角度  $\psi_1$ ),可以变更图像间距离  $x_m$  和  $\Delta d$ ,以在不破坏立体显示的情况下在深度方向最深,并且图像间距离  $x_m$  和  $\Delta d$  可以变更为可控范围的中心,以使操作者容易地再调节图像间距离。在操作者变更图像间距离的前提下,图像间距离可以变更为在深度方向最短。

[0262] 变更装置可以具有自动控制功能,由此可以由控制台 30 基于图像服务器 32 中存储的另一个立体显示的图像间距离,自动变更图像间距离  $x_m$  和  $\Delta d$ 。

[0263] 例如,当旨在比较立体显示时,基于图像服务器 32 中存储的作为比较对象的另一个立体显示的图像间距离,确定当前立体显示的图像间距离  $x_m$  和  $\Delta d$ 。

[0264] 在立体显示期间,可以将由变更装置变更图像间距离时所产生的右眼图像和左眼图像的空白用预定颜色涂色。例如,该空白可以被涂黑。通过将空白涂黑,可以防止放射线摄影图像诊断中的误诊断并且使作为发送图像的图像区域更好地可视。

[0265] 当变更装置变更图像间距离时,优选的是存储哪个观察者使用哪个立体显示装置 (显示单元 12) 变更了图像间距离。通过在观察者改变时基于由观察者所决定的不同观察

条件（双眼距离和观察距离）来校正立体显示，并且当立体显示装置变更时基于由显示装置决定的不同的图像间距离（显示条件（缩放率）和图像处理条件（显示倍率））来校正立体显示，可以仅通过细微调节执行对于其他观察者最佳的立体显示。

[0266] 根据本发明的立体显示装置 10 采用了使用偏振光和半反射镜的合成显示系统，但是本发明不限于该系统，并且可以应用于采用其他显示系统的立体显示装置。

[0267] 虽然上面已经详细地描述了根据本发明的实施方式的立体显示装置，但是本发明不限于该实施方式，而是可以在不偏离本发明的概念的情况下，以各种形式改进或修改本发明。

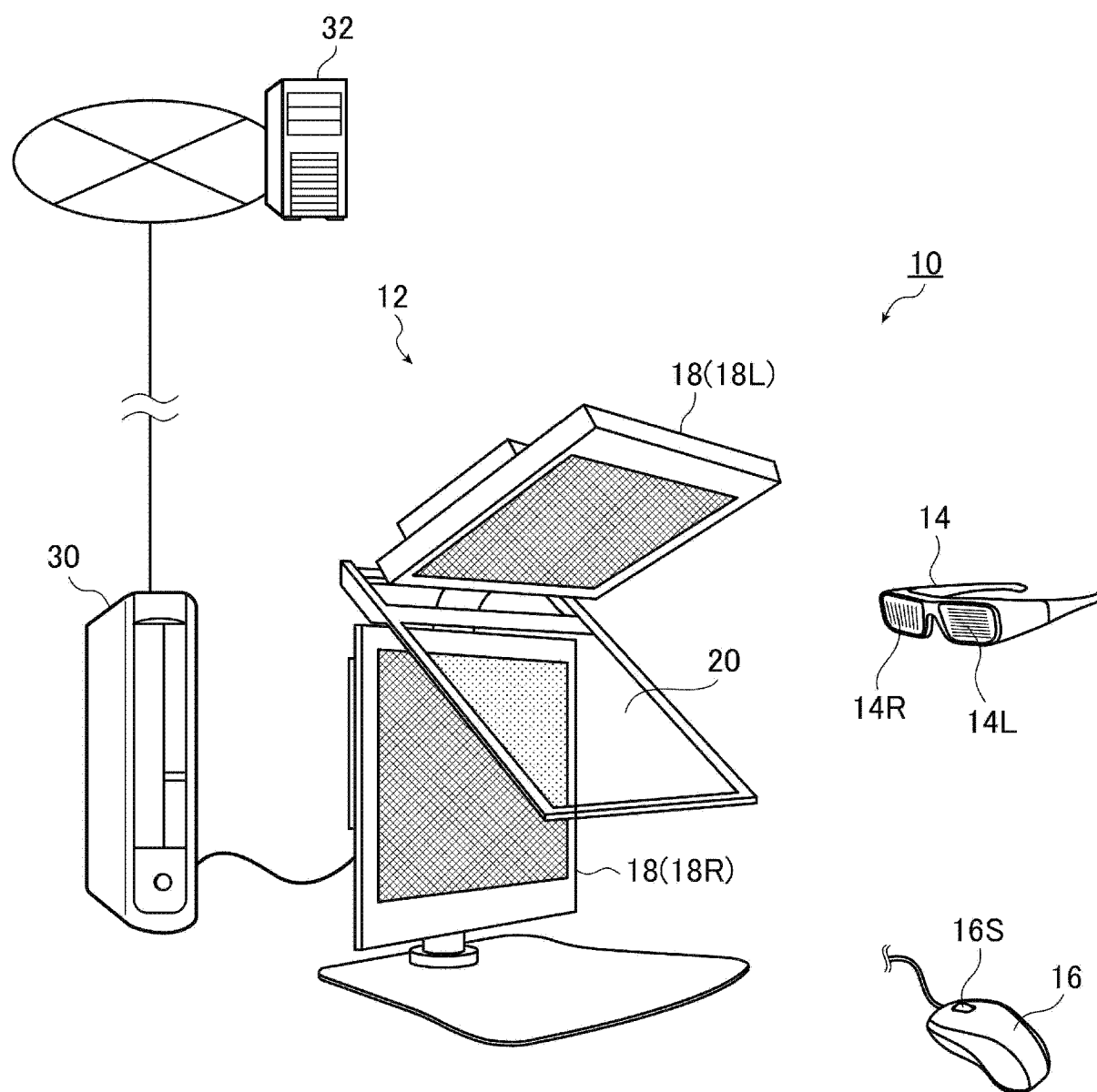


图 1

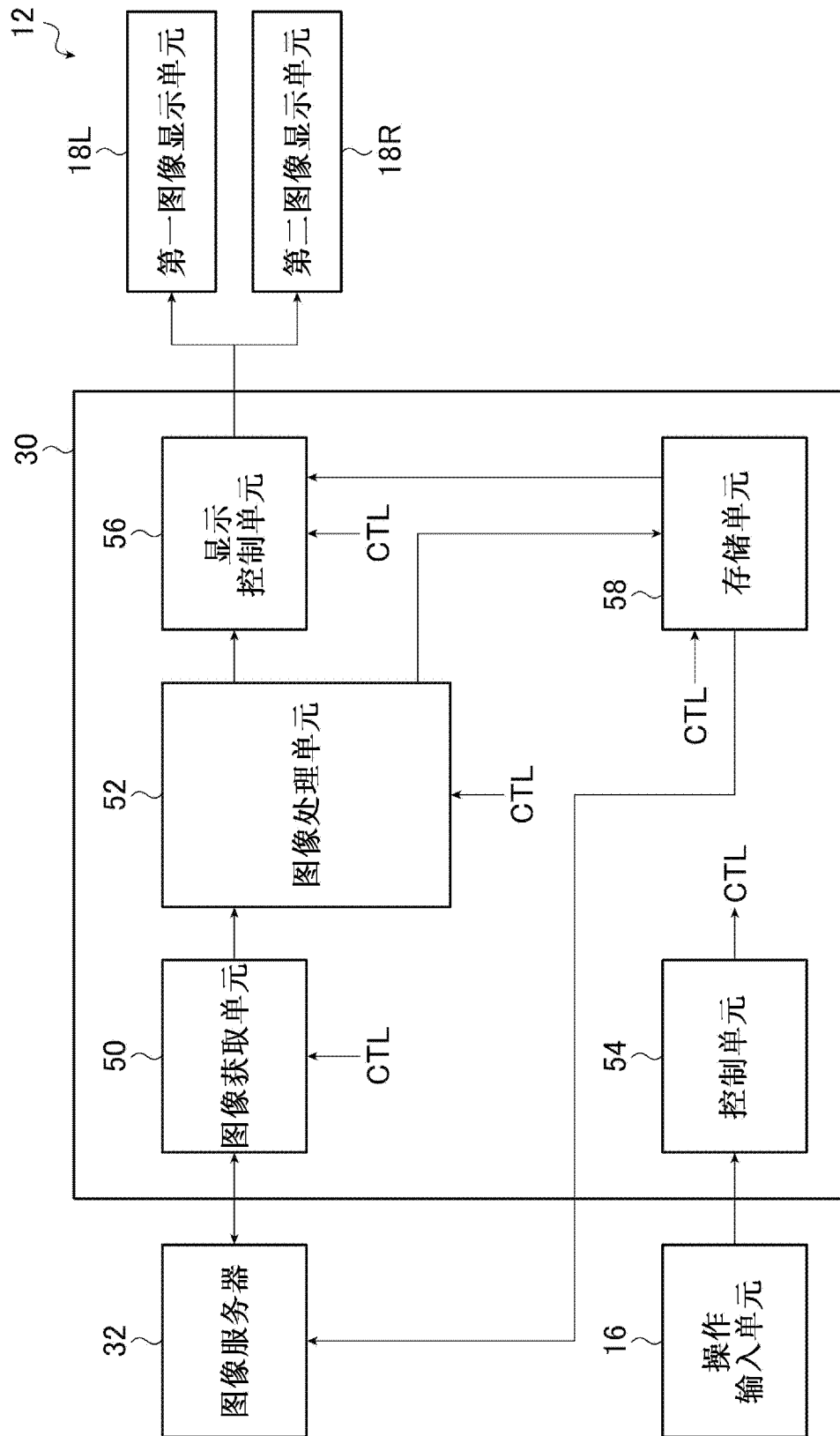


图 2

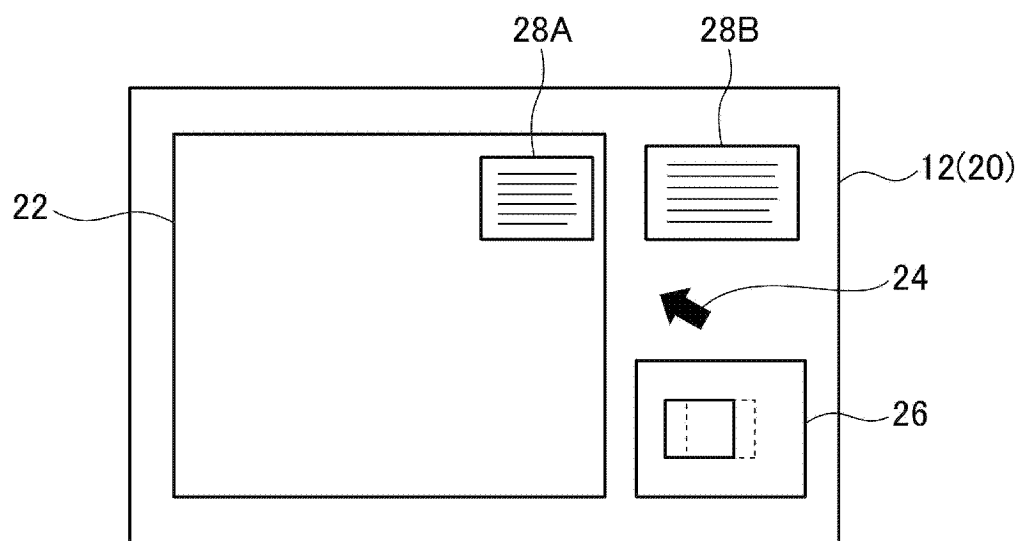


图 3

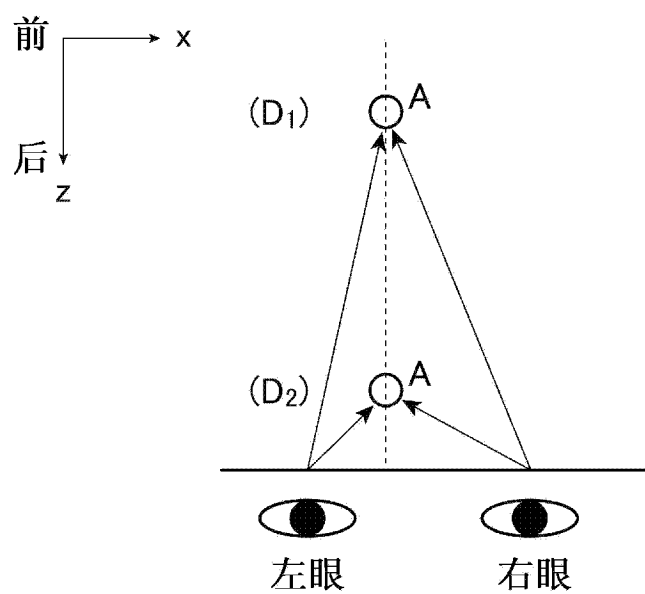


图 4

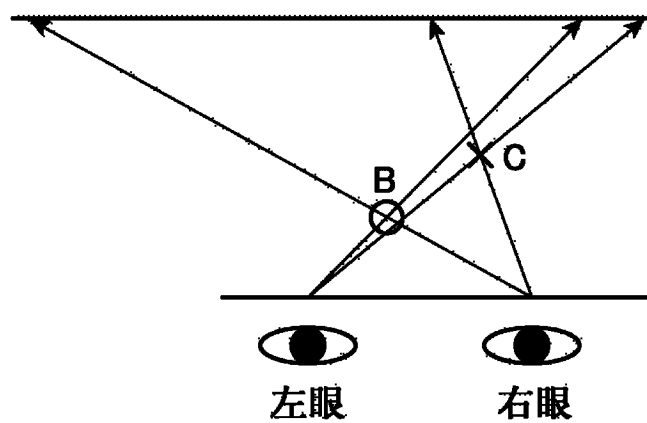


图 5A

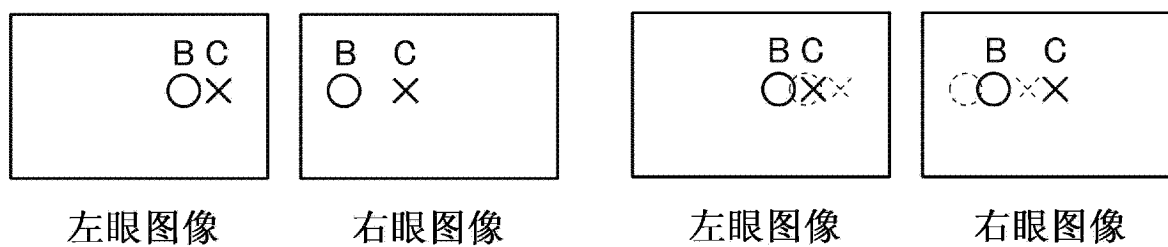


图 5B

图 6A

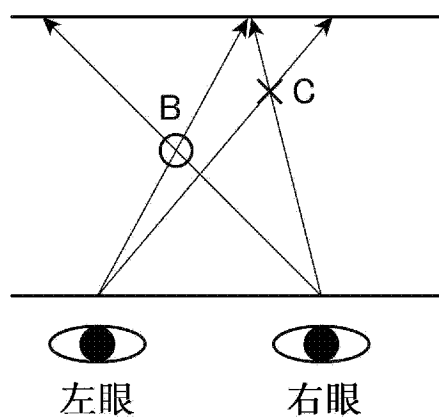


图 6B

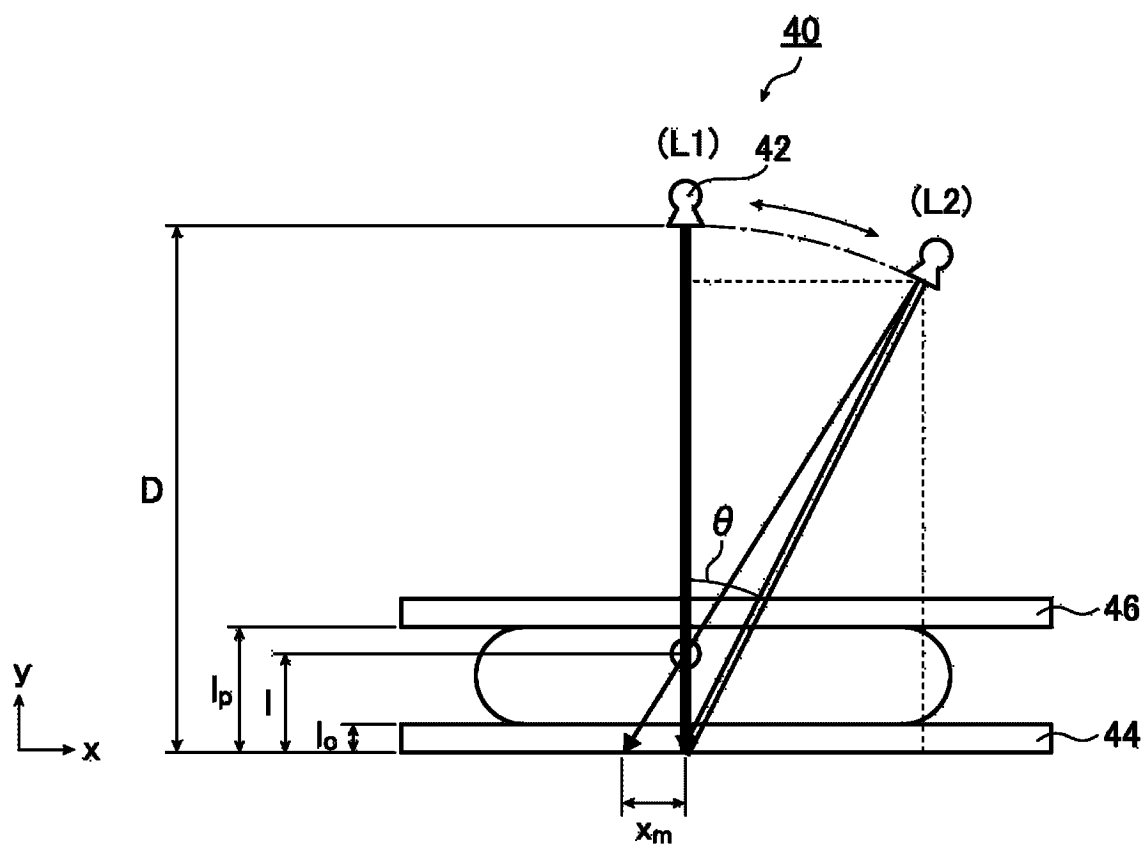


图 7

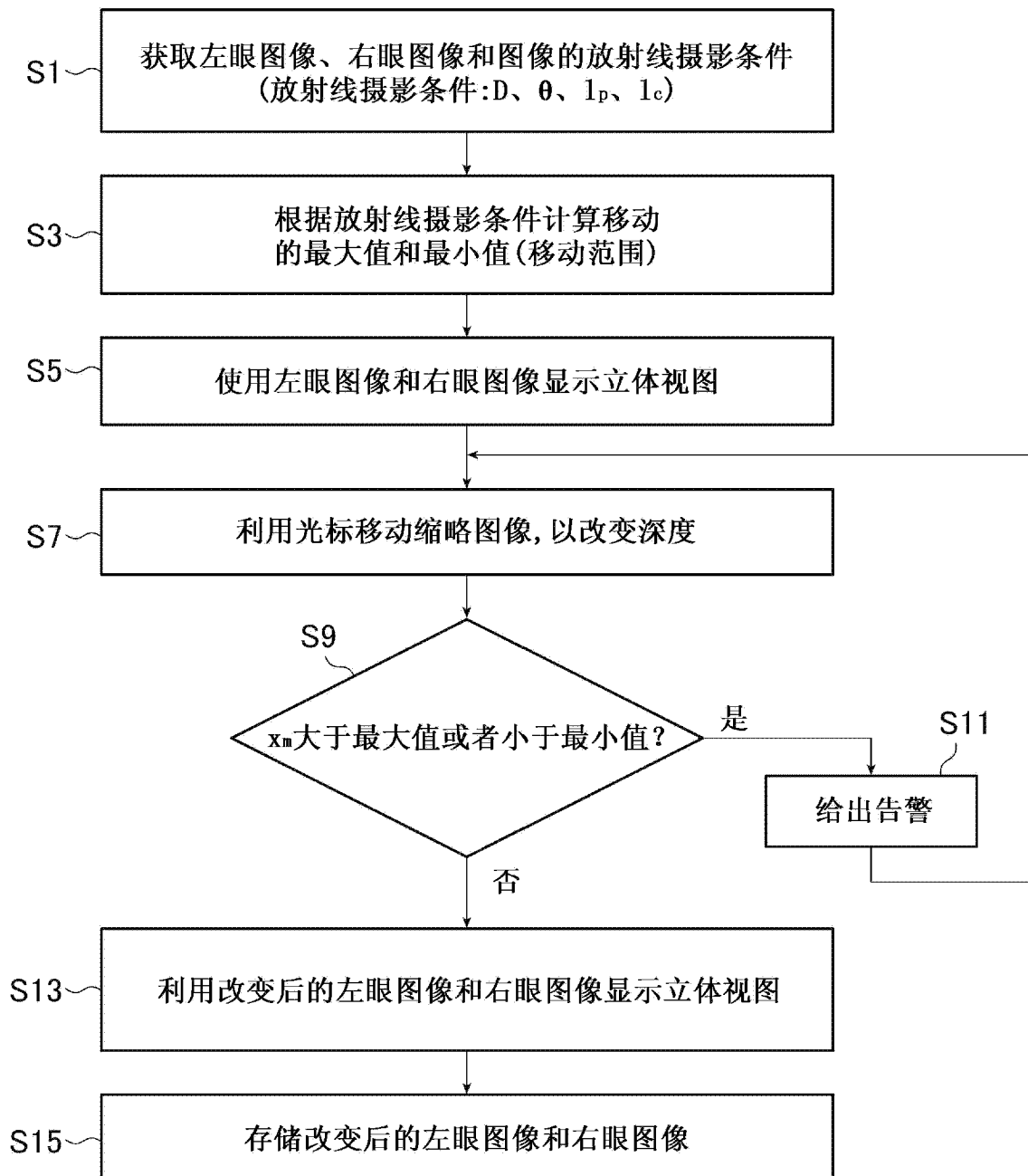


图 8

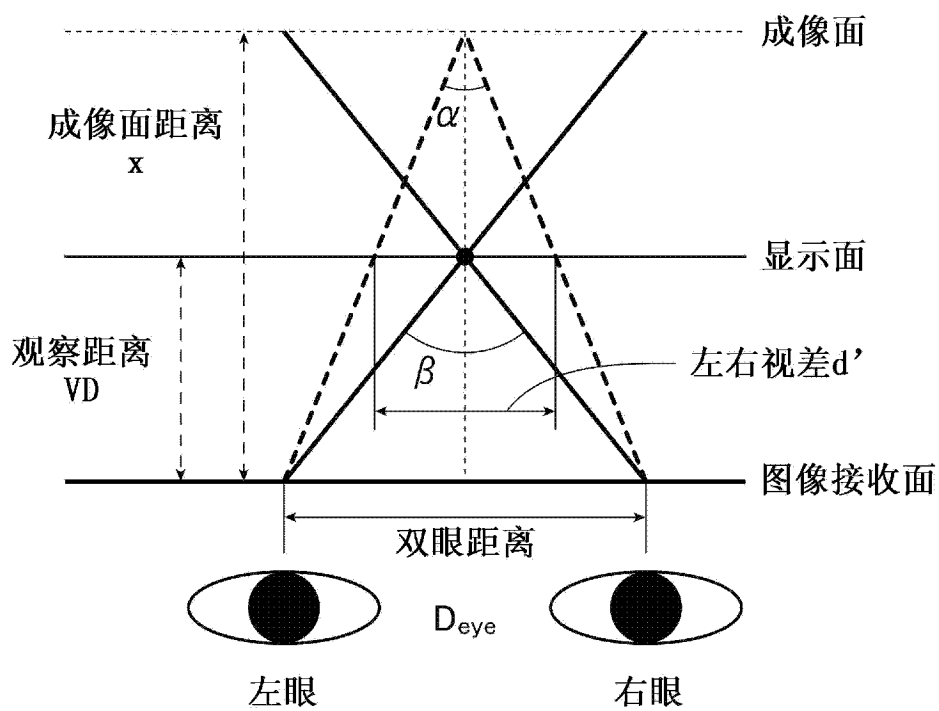


图 9

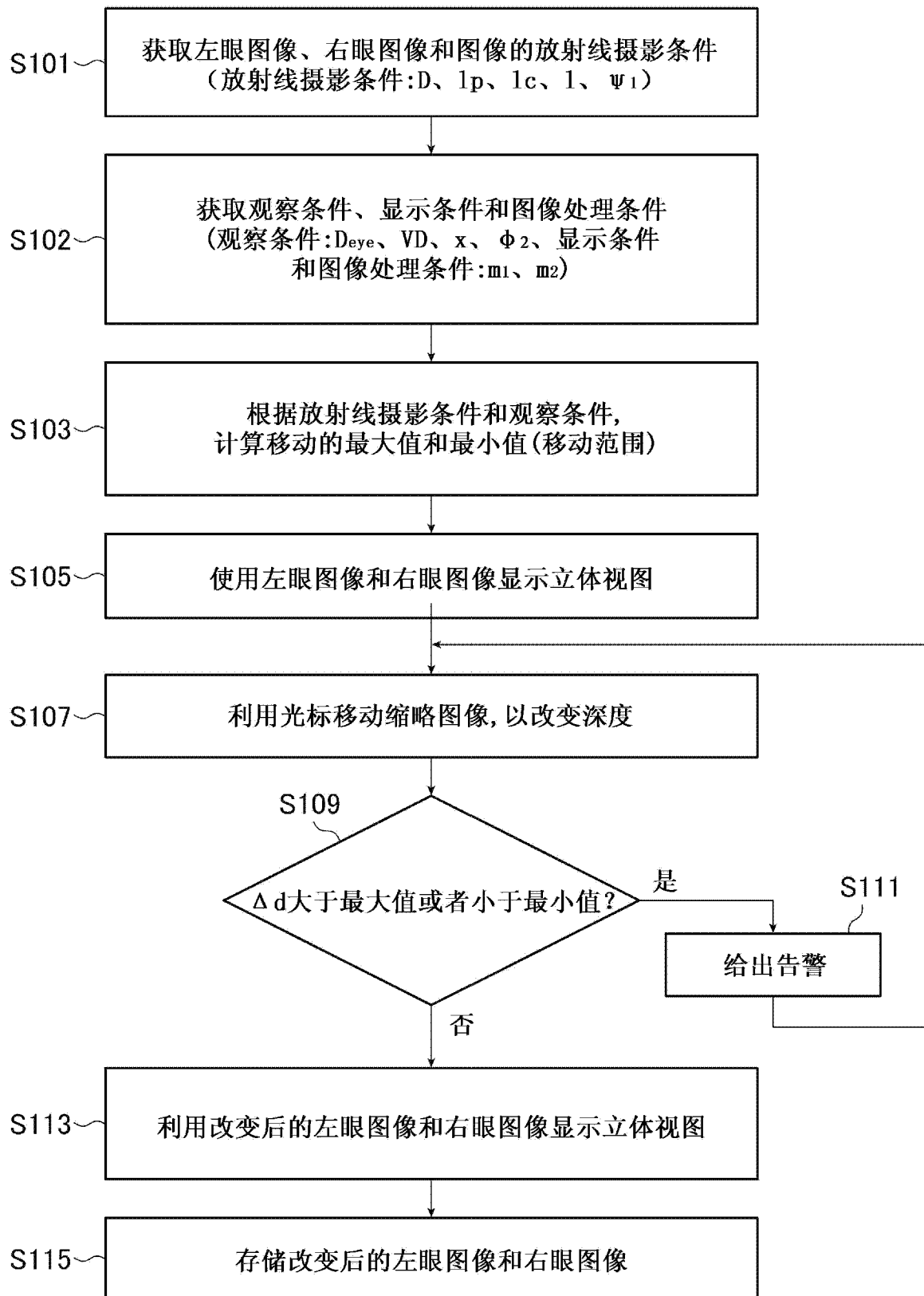


图 10