



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107637067 B

(45)授权公告日 2020.10.30

(21)申请号 201680033676.8

(22)申请日 2016.06.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107637067 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(30)优先权数据

2015-116025 2015.06.08 JP

2016-094155 2016.05.09 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.12.08

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/002656 2016.06.01

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/199381 EN 2016.12.15

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)发明人 堀川洋平 小川武志

(74)专利代理机构 北京魏启学律师事务所
11398

代理人 魏启学

(51)Int.Cl.

H04N 5/232(2006.01)

G06T 19/00(2006.01)

H04N 5/225(2006.01)

(56)对比文件

CN 103548346A ,2014.01.29

US 2011273531A1 ,2011.11.10

审查员 孟佳

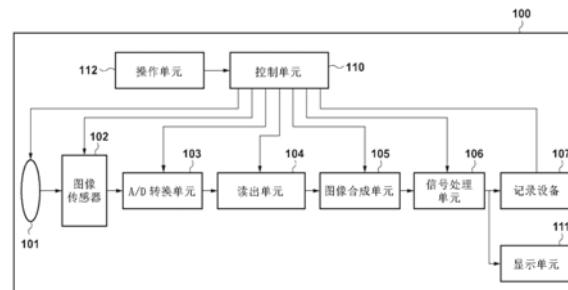
权利要求书2页 说明书14页 附图13页

(54)发明名称

图像处理设备和图像处理方法

(57)摘要

公开了一种能够利用简单结构来生成具有移动拍摄效果的运动图像的图像处理设备和图像处理方法。该图像处理设备根据合成比率以帧为单位合成多个视差图像，并且生成在各帧中包含合成所获得的图像的运动图像数据。该图像处理设备控制所述合成比率，使得所述合成比率在所述运动图像数据中随时间改变。



1. 一种图像处理设备，包括：

获得部件，用于获得多个视差图像，其中所述多个视差图像各自包括多个帧，

所述图像处理设备的特征在于还包括：

合成部件，用于根据合成比率以帧为单位进行所述多个视差图像的合成，并且生成在帧中包含通过所述合成所获得的图像的运动图像数据；以及

控制部件，用于控制所述合成比率，

其中，所述控制部件控制所述合成比率，使得所述运动图像数据的帧的视点按预定帧数从第一视点改变为第二视点。

2. 根据权利要求1所述的图像处理设备，其中，

所述多个视差图像是通过多眼照相机所拍摄的视差图像。

3. 根据权利要求1所述的图像处理设备，其中，

所述获得部件顺次获得从图像传感器所输出的所述多个视差图像，其中在所述图像传感器中以二维方式配置有单位像素，所述单位像素各自具有共用微透镜的多个子像素。

4. 根据权利要求1所述的图像处理设备，其中，所述控制部件动态地改变所述合成比率的变化量。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的图像处理设备，其中，

所述控制部件根据所述运动图像数据的帧频和显示帧频之间的关系来动态地改变所述合成比率的变化量。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的图像处理设备，其中，

所述控制部件根据被摄体的状态或者所述获得部件的状态来动态地改变所述合成比率的变化量。

7. 根据权利要求6所述的图像处理设备，其中，

被摄体的状态是检测到被摄体/未检测到被摄体。

8. 根据权利要求6所述的图像处理设备，其中，

所述获得部件的状态是所述获得部件的姿势。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的图像处理设备，其中，

所述控制部件控制所述合成比率，使得所述合成比率线性改变。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的图像处理设备，其中，

所述控制部件基于预先设置的视点移动的开始位置和结束位置与所述多个视差图像的拍摄视点位置之间的关系，来控制所述合成比率。

11. 根据权利要求10所述的图像处理设备，其中，

所述开始位置和所述结束位置等同于所述多个视差图像的拍摄视点位置。

12. 根据权利要求10所述的图像处理设备，其中，

所述开始位置和所述结束位置存在于顶点是所述多个视差图像的拍摄视点位置的矩形的边上。

13. 根据权利要求10所述的图像处理设备，其中，

所述开始位置和所述结束位置存在于顶点是所述多个视差图像的拍摄视点位置的矩形的不同边上。

14. 根据权利要求10所述的图像处理设备，其中，还包括：

校正部件,用于将所述开始位置和所述结束位置中存在于顶点是所述多个视差图像的拍摄视点位置的矩形内的位置校正成存在于该矩形的边上的位置。

15.根据权利要求14所述的图像处理设备,其中,

所述校正部件进行所述校正,使得所述开始位置和所述结束位置之间的距离大于或等于预定阈值。

16.根据权利要求10所述的图像处理设备,其中,

所述合成部件使用所述开始位置是拍摄视点位置的运动图像数据和所述结束位置是拍摄视点位置的运动图像数据作为所述多个视差图像。

17.根据权利要求16所述的图像处理设备,其中,

所述合成部件根据所述多个视差图像来生成拍摄视点位置是所述开始位置的图像和拍摄视点位置是所述结束位置的图像至少之一,并且在所述合成时使用所生成的图像。

18.根据权利要求1至4中任一项所述的图像处理设备,其中,还包括:

重构部件,用于根据所述多个视差图像来生成聚焦区域与拍摄期间的聚焦区域不同的重构图像,

其中,所述合成部件在所述合成时使用所述重构图像。

19.根据权利要求18所述的图像处理设备,其中,

所述重构部件通过使具有不同的拍摄视点位置的多个帧图像的位置偏移并合成偏移后的帧图像,来生成所述重构图像。

20.一种摄像设备,包括:

根据权利要求1至19中任一项所述的图像处理设备,

其中,所述获得部件具有图像传感器。

21.一种图像处理方法,包括以下步骤:

获得多个视差图像,其中所述多个视差图像各自包括多个帧,

所述图像处理方法的特征在于还包括以下步骤:

根据合成比率以帧为单位进行所述多个视差图像的合成,并且生成在帧中包含通过所述合成所获得的图像的运动图像数据;以及

进行所述合成比率的控制,

其中,在所述控制中,控制所述合成比率,使得所述运动图像数据的帧的视点按预定帧数从第一视点改变为第二视点。

22.根据权利要求21所述的图像处理方法,其中,

在获得多个视差图像时,顺次获得从图像传感器所输出的所述多个视差图像,其中在所述图像传感器中以二维方式配置有单位像素,所述单位像素各自具有共用微透镜的多个子像素。

图像处理设备和图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理设备和图像处理方法，并且特别涉及用于生成具有视点移动效果的运动图像的技术。

背景技术

[0002] 作为用于拍摄视点平滑地移动的运动图像的技术，已知有诸如用于在使搭载在台车上的照相机移动的同时进行拍摄的追踪和移动摄像等的技术。然而，在移动的同时进行拍摄需要搭载有照相机的台车以及用于使台车沿特定方向移动的轨道，并且这对于一般照相机用户而言不易实施。

[0003] 另一方面，已知有用于使用在同一定时所获得的多个视差图像来生成虚拟视点处的静止图像的技术（日本特开2012-191351）。

[0004] 然而，在运动图像拍摄和运动图像编辑中，先前不存在考虑了使用视差图像的视点移动的技术。

发明内容

[0005] 本发明是有鉴于这些问题而作出的，并且提供一种能够利用简单结构来生成具有移动拍摄效果的运动图像的图像处理设备以及图像处理方法。

[0006] 根据本发明的方面，提供一种图像处理设备，包括：获得部件，用于获得多个视差图像；合成部件，用于根据合成比率以帧为单位进行所述多个视差图像的合成，并且生成在帧中包含通过所述合成所获得的图像的运动图像数据；以及控制部件，用于控制所述合成比率，其中，所述控制部件控制所述合成比率，使得所述合成比率在所述运动图像数据中随时间改变。

[0007] 根据本发明的另一方面，提供一种图像处理设备，包括：获得部件，用于顺次获得从图像传感器所输出的多个视差图像，其中在所述图像传感器中以二维方式配置有单位像素，所述单位像素各自具有共用微透镜的多个子像素；合成部件，用于根据合成比率以帧为单位进行所述多个视差图像的合成，并且生成在帧中包含通过所述合成所获得的图像的运动图像数据；以及控制部件，用于控制所述合成比率，其中，所述控制部件控制所述合成比率，使得所述合成比率在所述运动图像数据中随时间改变。

[0008] 根据本发明的又一方面，提供一种摄像设备，包括：根据本发明的图像处理设备，其中，所述获得部件具有图像传感器。

[0009] 根据本发明的又一方面，提供一种图像处理方法，包括以下步骤：获得多个视差图像；根据合成比率以帧为单位进行所述多个视差图像的合成，并且生成在帧中包含通过所述合成所获得的图像的运动图像数据；以及进行所述合成比率的控制，其中，在所述控制中，控制所述合成比率，使得所述合成比率在所述运动图像数据中随时间改变。

[0010] 根据本发明的又一方面，提供一种图像处理方法，包括以下步骤：顺次获得从图像传感器所输出的多个视差图像，其中在所述图像传感器中以二维方式配置有单位像素，所

述单位像素各自具有共用微透镜的多个子像素；根据合成比率以帧为单位进行所述多个视差图像的合成，并且生成在帧中包含通过所述合成所获得的图像的运动图像数据；以及进行所述合成比率的控制，其中，在所述控制中，控制所述合成比率，使得所述合成比率在所述运动图像数据中随时间改变。

[0011] 根据本发明的又一方面，提供一种程序，用于使计算机用作根据上述发明的图像处理设备的各单元。

[0012] 通过以下参考附图对典型实施例的说明，本发明的其它特征将变得明显。

附图说明

- [0013] 图1是示意性示出根据第一实施例的数字照相机的功能结构的示例的框图。
- [0014] 图2A是示出实施例的图像传感器中所配置的单位像素的结构示例的图。
- [0015] 图2B是示出实施例的图像传感器中所配置的单位像素的结构示例的图。
- [0016] 图3是用于说明实施例的图像传感器获得视差图像所依据的原理的图。
- [0017] 图4是示出根据实施例的数字照相机所进行的运动图像记录处理的概要的流程图。
- [0018] 图5是用于说明通过进行实施例的合成处理而获得视点移动效果的图。
- [0019] 图6A是与第一实施例的变形有关的图。
- [0020] 图6B是与第一实施例的变形有关的图。
- [0021] 图7A是用于说明第二实施例中的各子像素的重心位置和视点之间的关系的图。
- [0022] 图7B是用于说明第二实施例中的各子像素的重心位置和视点之间的关系的图。
- [0023] 图7C是用于说明第二实施例中的各子像素的重心位置和视点之间的关系的图。
- [0024] 图7D是用于说明第二实施例中的各子像素的重心位置和视点之间的关系的图。
- [0025] 图8A是示意性示出根据第三实施例的数字照相机的功能结构的示例的框图。
- [0026] 图8B是示意性示出根据第三实施例的数字照相机的功能结构的示例的框图。
- [0027] 图9A是用于说明第三实施例的重构处理单元的效果的图。
- [0028] 图9B是用于说明第三实施例的重构处理单元的效果的图。
- [0029] 图10是示意性示出根据第四实施例的多眼照相机的功能结构的示例的框图。
- [0030] 图11是与第四实施例有关的图。
- [0031] 图12是示出第五实施例中的合成比率的示例的图。

具体实施方式

[0032] 现在，将根据附图来详细说明本发明的优选实施例。

第一实施例

[0034] 以下参考附图来说明本发明的典型实施例。注意，以下将说明本发明适用于的能够通过进行拍摄获得视差图像的数字照相机作为图像处理设备的示例的结构。然而，本发明不限于如下结构，其中在该结构中，通过进行拍摄来获得视差图像，并且可以通过诸如从存储设备读取预先存储的视差图像、或者从其它可通信装置获得视差图像等的适当方法来获得视差图像。因此，在本发明中，拍摄功能不是必需的，并且本发明可以通过一般电子装置来实现。这种电子装置包括个人计算机、平板电脑、智能电话、移动电话、游戏机和可穿戴

终端等,但是本发明不限于此。

[0035] 图1是示意性示出根据本发明的第一实施例的数字照相机100的功能结构的示例的框图。

[0036] 光学系统单元101由包括调焦透镜和变焦透镜等的摄像光学系统、机械快门和光圈等构成,并且在图像传感器102上形成光学图像。

[0037] 在作为CCD或CMOS图像传感器等的图像传感器102中,以二维矩形形状配置单位像素。如稍后所述,图像传感器102的各单位像素具有一个微透镜和多个光电转换区域(以下称为子像素),并且可以针对各子像素读出信号。在本实施例中,每个单位像素包括两个子像素。在假定这两个子像素是A像素和B像素的情况下,通过一组A像素的输出所形成的图像和通过一组B像素的输出所形成的图像各自是视差图像。稍后将详细说明单位像素的结构以及获得视差图像所依据的原理。

[0038] 使用图像传感器102的像素来对光学系统单元101所形成的光学图像进行光电转换。针对各子像素读出光电转换得到的累积电荷,并且将累积电荷输入至A/D转换单元103。

[0039] A/D转换单元103对从图像传感器102读出的模拟信号进行诸如相关双采样(CDS)和非线性放大等的模拟信号处理,然后将模拟信号转换成数字信号,并且将数字信号输出至读出单元104。

[0040] 读出单元104将A/D转换单元103所输出的图像信号分类成各种类型的子像素,并且将由A像素的输出构成的图像(A图像)和由B像素的输出构成的图像(B图像)输出至图像合成单元105。

[0041] 图像合成单元105按基于预先设置的视点移动时间所确定出的合成比率以帧为单位对A图像和B图像进行合成,并且输出合成图像。

[0042] 信号处理单元106对合成图像进行诸如白平衡调节、去马赛克(颜色插值)处理和编码处理等的信号处理,并且将编码后的运动图像数据存储至预定格式的数据文件,并且将该数据文件输出至记录设备107。

[0043] 记录设备107记录从信号处理单元106输出的数据文件。该记录设备可以是内置于数字照相机100中的非易失性存储器,或者是相对于数字照相机100可移除的存储卡。还可以采用如下结构:将该数据文件经由无线通信等发送至外部装置。

[0044] 控制单元110具有诸如CPU等的可编程处理器、ROM和RAM,并且通过将ROM中所存储的程序加载至RAM并且CPU执行该程序以控制各单元的操作,来实现数字照相机100的功能。

[0045] 显示单元111通常是彩色LCD并用作取景器,并且用于显示数字照相机的各种类型的信息、诸如菜单画面和消息等的GUI、以及拍摄图像等。

[0046] 操作单元112具有诸如电源开关、释放按钮、菜单按钮、方向按键、执行按键和模式设置拨盘等的输入装置,并且用户使用操作单元112来向数字照相机100输入指示和设置。

[0047] 注意,图1所示的结构不是全面的,并且不排除其它构成元件的存在。

[0048] 单位像素的结构

[0049] 接着,将简要说明本实施例的图像传感器102中所配置的单位像素。图2A是从摄像面侧观看的单位像素的平面图,并且单位像素具有共用一个微透镜201的两个子像素(光电转换区域)202a和202b。换句话说,单位像素具有如下结构:在水平方向上,将正常像素的光电转换区域均等地分割成两个。这里,为了便于说明,将子像素202a称为A像素,以及将子像

素202b称为B像素。

[0050] 在本实施例的图像传感器102中,以二维方式配置具有图2A所示的结构的单位像素。注意,尽管图2A中未示出,但是各单位像素设置有滤色器。在本实施例中,在各单位像素中设置有与红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)这三个颜色中的一个颜色相对应的滤色器,以使得该滤色器形成原色拜尔模式。以下,可以将具有同一颜色的滤色器的单位像素称为同色像素。

[0051] 微透镜201和摄像光学系统的出射光瞳处于共轭关系,因而将与微透镜201相对应的光电转换区域分割成多个子像素,这与光瞳分割相对应。因此,由一组A像素的输出构成的图像和由一组B像素的输出构成的图像构成一对视差图像。可以通过顺次获得使用电子快门连续拍摄的视差图像对来获得视差运动图像数据。

[0052] 聚焦度和视差量之间的关系

[0053] 将参考图3来进一步说明获得视差图像所依据的原理。

[0054] 图3示意性示出针对聚焦状态、后聚焦状态(焦点在被摄体的后方)和前聚焦状态(焦点在被摄体的前方)这三种状态、在给定像素线上所获得的A图像和B图像之间的偏移量(相位差)的关系。这里,A图像与从像素线中所包括的多个单位像素的A像素的输出所获得的图像信号相对应,以及B图像与从像素线中所包括的多个单位像素的B像素的输出所获得的图像信号相对应。注意,A图像和B图像各自由同色像素的输出构成。

[0055] 在聚焦状态A中,光学系统单元101形成图像的位置针对A像素和B像素这两者均是单位像素P7的位置。因此,A图像和B图像这两者的电平在单位像素P7处达到局部最大,并且视差|d(a)|大致为0。

[0056] 在后聚焦状态B中,光学系统单元101形成图像的位置针对A像素是单位像素P9的位置,以及针对B像素是单位像素P5的位置。因此,A图像和B图像的电平达到局部最大的位置是不同的,并且产生视差|d(b)|。

[0057] 在前聚焦状态C中,光学系统单元101形成图像的位置针对A像素是单位像素P5的位置,以及针对B像素是单位像素P9的位置。因此,A图像和B图像的电平达到局部最大的位置是不同的,并且产生与视差|d(b)|相反的视差|d(c)|。

[0058] 换句话说,关于本实施例的数字照相机100所获得的视差图像,在处于聚焦的部分中不存在视差,并且在具有模糊的部分,该部分的模糊量越大,则该部分所具有的视差越大。

[0059] 运动图像记录处理

[0060] 接着,将参考图4的流程图来说明数字照相机100所进行的运动图像记录处理的概要。注意,图4所示的处理被设置成使得向所拍摄的运动图像赋予视点移动效果,并且在输入运动图像记录开始指示时(诸如在拍摄待机状态下按下操作单元112中所包括的运动图像拍摄按钮时等)进行该处理。

[0061] 步骤S500~S502构成初始化处理。

[0062] 在步骤S500中,控制单元110设置移动时间S。例如,移动时间S可以是用户经由操作单元112所设置的值、或者可以是预定值。

[0063] 在步骤S501中,控制单元110将运动图像的预定帧频(fps)乘以移动时间S,以获得要赋予移动拍摄效果的总帧数,并且针对该值设置变量TotalFrame。

[0064] 在步骤S502中,控制单元110将用作帧数的计数器的变量FrameNum的值初始化成0。

[0065] 在初始化处理结束时,控制单元110开始运动图像记录操作。注意,尽管省略了详细说明,但是控制单元110在控制运动图像的各帧图像的拍摄操作的同时,进行基于拍摄图像的亮度信息的自动曝光控制和自动焦点检测处理。

[0066] 在步骤S503中,针对各部分像素,控制单元110从图像传感器102读出基于自动曝光控制所确定的曝光时间段期间所累积的电荷的模拟图像信号,并且将一对视差图像(A图像和B图像)供给至A/D转换单元103。A/D转换单元103将模拟图像信号转换成数字图像信号,并且将该数字图像信号供给至读出单元104。读出单元104将从A/D转换单元103输出的数字图像信号分类成各种类型的子像素,并且将由A像素的输出构成的图像(A图像)和由B像素的输出构成的图像(B图像)输出至图像合成单元105。这样,将多个视差图像数据(A图像的运动图像数据和B图像的运动图像数据)顺次供给至图像合成单元105,并且图像合成单元105以帧为单位对这多个视差图像数据进行合成。这里,在试图通过将日本特开2012-191351的技术应用于运动图像的各帧来实现移动拍摄效果的情况下,需要针对各帧确定虚拟视点的位置,并且根据所确定出的虚拟视点和附近的多个拍摄视点之间的位置关系来计算视差图像的合成比率。因此,如果针对运动图像中通常以每秒存在30~60帧的各帧实施日本特开2012-191351的技术,则计算量极大地增加,并且处理负荷较大。有鉴于此,在本实施例中,使用如下所述的合成方法。

[0067] 在步骤S504中,图像合成单元105根据以下表达式(1)来对A图像A_PIX和B图像B_PIX进行合成,并且生成输出图像OUT_PIX。

[0068]
$$\text{OUT_PIX} = (2 \times (\text{TotalFrame} - \text{FrameNum}) \times A_PIX + 2 \times \text{FrameNum} \times B_Pix) / \text{TotalFrame} \cdots (1)$$

[0069] 具体地,根据表达式(1),将A图像和B图像中处于相同位置的像素的值进行加权相加,以获得输出图像中的相同位置处的像素值,由此实现A图像和B图像的合成。

[0070] 从表达式(1)中显而易见,在本实施例中,在将一帧的权重从A图像的权重最大(=1)且B图像的权重最小(=0)的状态向A图像的权重最小(=0)且B图像的权重最大(=1)的状态线性改变的同时进行合成处理。因此,可以在无需计算各帧图像的虚拟视点位置或者根据虚拟视点位置和附近拍摄开始位置之间的关系计算合成系数的情况下,向运动图像赋予视点移动效果。

[0071] 这里,将参考图5来说明基于根据表达式(1)的像素值的相加来赋予视点位置移动效果。

[0072] 图5示出针对特定被摄体所获得的A图像和B图像以及通过以不同比率(权重)合成(相加)A图像和B图像所获得的合成图像的波形的示例。横轴表示水平方向的像素位置,以及纵轴表示像素值。

[0073] A图像和B图像具有4个像素的图像偏移量(视差量),并且A:B=50:50的情况涉及简单相加输出(与正常像素相对应的输出)。随着B图像的权重从50:50增大至45:55、36:64、20:80和0:100,合成像素的重心(局部最大)位置逐渐接近B图像的重心(局部最大)位置。同样,在A图像的权重增大的情况下,合成图像的重心位置接近A图像的重心位置。换句话说,可以看出,由于基于表达式(1)的合成比率控制,因而合成图像的轮廓位置从A图像的轮廓

位置逐渐向B图像的轮廓位置移动。这与视点移动相同,因而与向运动图像赋予移动拍摄效果相对应。

[0074] 返回至图4,在步骤S505中,信号处理单元106针对合成图像,应用诸如白平衡调节和去马赛克(颜色插值)处理等的所谓的显像处理、以及诸如依赖于记录格式的编码处理等的信号处理。信号处理单元106还将编码后的运动图像数据存储至预定格式的数据文件,并且将该数据文件输出至记录设备107。记录设备107记录从信号处理单元106输出的数据文件。

[0075] 在步骤S506中,控制单元110通过加1来更新变量FrameNum的值。

[0076] 在步骤S507中,控制单元110判断是否(诸如通过按下运动图像拍摄按钮等)输入了用以停止运动图像的记录的指示。如果输入了这种指示,则结束运动图像记录处理,以及如果尚未输入这种指示,则过程进入S508。

[0077] 在步骤S508中,控制单元110将变量FrameNum和TotalFrame的值相比较,并且如果变量FrameNum的值小于变量TotalFrame的值,则过程返回至S503,其中在S503中,进行对下一帧的处理。另一方面,在变量FrameNum的值等于变量TotalFrame的值的情况下,控制单元110判断为完成了指定的移动时间S的帧的处理,并且结束运动图像记录处理。

[0078] 注意,这里,为了便于理解和说明,说明了具有特定长度并且赋予了视点移动效果的运动图像的拍摄和记录处理。然而,可以采用如下结构:如果在没有赋予视点移动效果的正常运动图像记录操作期间按下了操作单元112中所包括的效果赋予按钮,则在从该时点起的预定时间S期间赋予视点移动效果。还可以记录视差运动图像数据(A图像的运动图像数据和B图像的运动图像数据),然后在拍摄之后的编辑或再现期间赋予视点移动效果。在编辑/再现应用期间,用户设置视点移动效果要赋予的区间,使用从运动图像的头部等获得的时间代码使这些帧彼此相关,并且使用帧频信息和所设置的区间的长度来控制合成比率,这就足够了。

[0079] 为了便于理解和说明,还说明了将视点从一对视差图像的一个拍摄视点向另一拍摄视点(即,在收敛角整体上)移动的情况。然而,本发明不必局限于使视点在收敛角整体上移动的模式,并且可以采用使视点在收敛角的适当范围上移动的模式。在使视点在收敛角的一部分上移动的情况下,本发明不局限于关于如何确定该范围的开始点和结束点,并且可以使用适当技术。使合成比率在合成比率的与范围的开始点和结束点相对应的初始值和最终值之间改变,这就足够了。

[0080] 这里,作为示例,还说明了针对每帧使视点移动的结构。然而,可以采用针对多个帧使视点移动(诸如针对每两个帧使视点移动等)的结构。注意,在视点可被从视觉上识别为平滑地移动的预定范围内,设置帧数。

[0081] 这里,作为示例,还说明了通过线性插值来计算合成比率并且视点移动速度保持恒定的情况。然而,还可以采用通过控制每单位时间的合成比率变化量来使速度逐渐增大或减小的结构。

[0082] 注意,光学系统单元101的摄像光学系统的F值越小(光圈的开口越大),则聚焦范围变得越窄,因而可以增大视差图像的视差量,并且可以使视点移动范围变宽。因此,在用于赋予视点移动效果的运动图像拍摄期间,可以进行控制,以使光圈打开(减小F值)。

[0083] 根据本实施例,在顺次合成多个视差图像或者合成相应的帧之间的多个视差运动

图像数据以生成运动图像数据的情况下,可以通过随时间改变多个视差图像的合成比率来赋予视点位置移动效果。可以仅基于与移动有关的帧数(或时间)来获得合成比率,由此即使在计算负荷小并且如运动图像的情况那样针对每帧的处理时间短的情况下,也可以将添加移动效果所需的计算性能抑制成低水平。此外,不需要使用诸如台架或轨道等的大型设备,因此本发明在成本方面是有用的。

[0084] 变形1

[0085] 注意,在本实施例中,说明了使用一种类型的变量FrameNum的结构,但是可以通过动态改变变量FrameNum的变化量来动态地改变视点移动效果。

[0086] 例如,可以根据运动图像的帧频和显示帧频(诸如显示速度或运动图像的帧中所显示的帧的比例等)之间的关系,来改变合成比率。具体地,通过与要进行正常显示的区间中的变量的变化相比、使要进行慢速运动显示的区间中的变量FrameNum的变化增大,可以以疑似方式来实现所谓的子弹时间(bullet-time)等的视频表现。

[0087] 将说明动态地改变变量FrameNum的变化量的具体示例。在图6A中,纵轴表示B图像B_PIX的合成比率,以及横轴表示帧数(或时间)。

[0088] 这里,假定以120fps进行运动图像拍摄,并且显示单元111的显示帧频是30fps。因此,例如,如果诸如通过显示每第四个帧等而以帧数被间隔剔除成四分之一的方式来显示运动图像,则以正常速度来进行显示,以及如果显示所有帧,则以正常速度的四分之一来进行显示。在图6A的示例中,示出如下情况:将要赋予拍摄视点移动效果的总帧数TotalFrame进行三分割,将这些帧间隔剔除成四分之一并进行显示直到帧数T1为止,然后显示所有帧直到帧数T2为止,之后这些帧再次被间隔剔除成四分之一并进行显示直到总帧数TotalFrame为止。在显示所有帧的区间中,获得慢速运动效果。

[0089] 通过与间隔剔除区间相比在所有帧显示区间中将变量FrameNum的变化量设置成更高的值,合成比率的变化变陡,并且将慢速运动效果和大视点移动进行组合,从而能够实现子弹时间效果。在图6A中,将直到帧数T1为止的合成比率的变化量设置成0.1,并且将直到帧数T2为止的合成比率设置为0.9。换句话说,与间隔剔除显示(正常速度)区间相比,在所有帧显示(慢速运动)区间中将合成比率的变化设置成8倍高。

[0090] B_PIX合成比率在间隔剔除显示区间中固定,并且合成比率仅在所有帧显示区间中改变,由此能够进一步提高子弹时间效果。

[0091] 变形2

[0092] 此外,在本实施例中,说明了以运动图像作为对象的情况,但是还可以以运动图像中的静止图像区间作为对象。例如,在运动图像拍摄期间进行静止图像拍摄的情况下,可以根据所拍摄的静止图像来生成运动图像的一部分区间中的帧。

[0093] 在这种情况下,同样关于根据静止图像所生成的帧(以下称为静止图像区间),可以与运动图像帧同样地使合成比率随时间改变。

[0094] 还可以采用如下结构:视点在运动图像区间中不改变,并且仅关于静止图像区间使合成比率随时间改变,由此赋予视点移动效果。

[0095] 另外,合成比率的变化率在静止图像区间和运动图像区间之间可以不同。

[0096] 此外,不仅在显示运动图像内的静止图像区间的情况下,而且还在如静止图像的幻灯片显示的情况那样连续显示静止图像的情况下,可以根据显示时间的经过来使合成比

率随时间改变。

[0097] 换句话说,即使对于合成比率关于运动图像的同一帧(包括静止图像)随时间改变的结构,本发明也可适用。

[0098] 变形3

[0099] 另外,不仅可以对正记录的运动图像文件、而且还可以对为了能够获得A图像和B图像所记录的运动图像文件进行本实施例中所述的合成处理。

[0100] 图6B示意性示出为了能够获得A图像和B图像所记录的运动图像文件的数据结构的示例。在运动图像文件中,记录了头部(Header)、由A_PIX构成的运动图像、以及由B_PIX构成的运动图像。在头部中,记录了与总帧数以及A_PIX运动图像和B_PIX运动图像的开头的文件偏移等有关的信息。

[0101] 注意,本发明不限于独立地记录A_PIX运动图像和B_PIX运动图像的格式,并且记录用于生成视点图像的运动图像文件就足够了。另外,可以将合成方法和拍摄期间所计算出的比率记录在头部中。

[0102] 第二实施例

[0103] 接着,将说明本发明的第二实施例。本实施例与第一实施例的不同之处在于:设置了在多个方向上对单位像素中的光电转换区域进行分割的结构。即,在第一实施例中,在水平方向上将单位像素的光电转换区域进行二分割,并且没有在其它方向(例如,垂直方向)上进行分割。

[0104] 利用第一实施例的结构,视点移动局限于一条直线,但是如果在两个以上的方向上对光电转换区域进行分割,则视点移动的方向的自由度增加。第二实施例涉及在单位像素具有 2×2 或更多子像素的情况下赋予视点移动效果。

[0105] 与图2A同样地,图2B是示出本实施例中的图像传感器102的单位像素的结构的图。在本实施例中,在水平方向和垂直方向这两者上,对单位像素的光电转换区域进行二分割,并且设置有1A、1B、2A和2B这四个子像素203~206。因此,本实施例的数字照相机100可以获得从四个视点所拍摄的图像。

[0106] 将参考图7A~7D来说明本实施例的子像素的重心位置和视点之间的关系。

[0107] 在图7A中,附图标记1A、1B、2A和2B分别表示子像素203~206的重心位置,并且位于中央的重心位置700表示与通过将1A、1B、2A和2B的像素值在该状态下(以相同比率)相加所获得的像素值相对应的重心位置。这与没有对单位像素的光电转换区域进行分割的情况下的重心位置一致。

[0108] 图7A中的虚线表示可以通过合成子像素的值而使视点移动的范围。具体地,视点可以在顶点是各子像素的重心位置的矩形的范围内移动。

[0109] 这里,假定视点移动开始位置701是S,并且结束位置702是E。可以采用如下结构:这些开始位置和结束位置可以由用户设置,或者可以基于特定信息自动设置。这里,为了增加视点移动量,开始位置701和结束位置702设置在虚线上,但是它们不是必须设置在虚拟线上。

[0110] 本实施例的图像合成单元105在图4的步骤S504中执行以下处理。

[0111] 首先,图像合成单元105通过根据以下表达式(2)和表达式(3)将子像素203~206的值1A、1B、2A和2B相加,来获得视点移动开始位置701处的像素值S和结束位置702处的像

素值E。

[0112] $S = 1A \times 2\alpha + 2A \times 2 \times (1-\alpha)$ ……表达式(2)

[0113] $E = 1B \times 2\beta + 2B \times 2 \times (1-\beta)$ ……表达式(3)

[0114] 这里, α 表示 1A 和 2A 的相加比率。如果 $\alpha=1$, 则视点移动至子像素 203 的重心位置, 以及如果 $\alpha=0$, 则视点移动至子像素 205 的重心位置。同样地, β 表示 1B 和 2B 的相加比率。如果 $\beta=1$, 则视点移动至子像素 204 的重心位置, 以及如果 $\beta=0$, 则视点移动至子像素 206 的重心位置。

[0115] 例如, 假定 1A 和 2A 之间的距离是 d, 并且 1A 和 S 之间的距离是 d1, 则可以根据下式获得 α :

[0116] $\alpha = 1 - d1/d$

[0117] 同样地, 可以基于 1B 和 2B 之间的距离以及 1B 和 E 之间的距离, 来获得 β 。

[0118] 然后, 图像合成单元 105 如表达式(4) 那样, 使用如上所述所获得的视点移动的开始位置 701 的像素值 S 和结束位置 702 的像素值 E 来改变相加比率, 由此赋予从开始位置 701 起直到结束位置 702 为止的视点移动效果。

[0119] $OUT_PIX = (2 \times (TotalFrame - FrameNum) \times S + 2 \times FrameNum \times E) / TotalFrame$ ……表达式(4)

[0120] 注意, 作为示例, 这里说明了单位像素总共具有由水平方向上的两个子像素和垂直方向上的两个子像素构成的四个子像素的结构, 但是同样可以容易将相同的技术扩展至更多子像素的情况。

[0121] 例如, 与图 7A 相同, 图 7B 示出具有通过将单位像素在水平方向和垂直方向这两者上均等地三分割所获得的 3×3 子像素的单位像素的各子像素的重心位置。在图 7B 中, 附图标记 1A、1B、1C、2A、2B、2C、3A、3B 和 3C 表示各子像素的重心位置。因此, 本实施例的数字照相机 100 可以获得从 9 个视点所拍摄的图像。

[0122] 这里, 可以通过根据子像素 1A 和 2A 的像素值获得视点移动的开始位置 703 处的像素值 S、并且根据子像素 2C 和 3C 的像素值获得结束位置 704 处的像素值 E, 来应用表达式(4)。然而, 如果使用接近虚拟视点的拍摄视点的像素值, 则可以赋予更自然的视点移动效果。因此, 可以在顶点是拍摄视点(子像素的重心位置)的矩形区域的边和视点移动轨迹之间的交点处, 将视点移动轨迹进行分段, 并且可以针对每个分段改变要用于合成处理的像素值的组合。

[0123] 在图 7B 的示例中, 图像合成单元 105 将视点移动的开始位置 703 和结束位置 704 之间的轨迹进行如下分段:

[0124] - 与顶点是子像素 1A、2A、2B 和 1B 的重心位置的矩形区域的边相交的第一分段 720;

[0125] - 与顶点是子像素 1B、2B、2C 和 1C 的重心位置的矩形区域的边相交的第二分段 730; 以及

[0126] - 与顶点是子像素 2B、3B、3C 和 2C 的重心位置的矩形区域的边相交的第三分段 740。

[0127] 然后, 图像合成单元 105 分别使用以下像素值作为表达式(4) 中的开始位置处的像素值 S 和结束位置处的像素值 E 来执行合成处理:

[0128] - 针对第一分段 720, 开始位置 703 处的像素值 S 和结束位置 705 处的像素值;

[0129] - 针对第二分段 730, 位置 705 处的像素值和位置 706 处的像素值; 以及

[0130] -针对第三分段740,位置706处的像素值和结束位置704处的像素值E。

[0131] 注意,与图7A的开始位置701处的像素值同样地,可以根据子像素1B和2B的像素值来获得位置705处的像素值,并且可以根据子像素2B和2C的像素值来获得位置706处的像素值。

[0132] 注意,在本实施例中,说明了在顶点是子像素的重心位置的矩形的边上存在视点移动的开始位置和结束位置这两个点的情况,但是可以将开始位置和结束位置至少之一设置在矩形内。可选地,可以将设置在矩形内的开始位置和结束位置校正成矩形的边上的位置,以增大视点移动量。

[0133] 图7C示意性示出将视点移动的开始位置(S) 707和结束位置(E) 708设置在矩形内的情况下位置校正的示例。如图所示,图像合成单元105延长视点移动轨迹(即,将所设置的开始位置707和结束位置708相连的直线),并且使用与矩形的边的交点分别作为视点移动的校正后的开始位置(CS) 709和结束位置(CE) 710。可以通过获得穿过所设置的开始位置707和结束位置708的直线与矩形的边之间的交点来容易地实现这种校正。

[0134] 此外,即使如图7D所示的开始位置(S) 711和结束位置(E) 712的情况那样将视点移动的开始位置和结束位置设置在顶点是子像素的重心位置的矩形的边上,也可以使移动距离短。例如,在视点移动距离小于预定阈值(例如,邻接子像素在分割方向上的重心位置之间的距离)的情况下,图像合成单元105可以将移动距离校正成大于或等于该阈值。

[0135] 例如,在维持开始位置(S) 711和结束位置(E) 712之间的视点移动轨迹的倾斜的同时,可以将这些位置中的一个位置移动至子像素的重心位置,并且可以延长该轨迹以确定另一位置。在图7D的示例中,可以将开始位置(S) 711移动至子像素1A的重心位置以用作校正后的开始位置(CS) 713,并且轨迹的延长线和矩形的边之间的交点可以用作校正后的结束位置(CE) 714。

[0136] 校正后的开始位置和结束位置还可以被确定成使得校正后的开始位置和结束位置相连的直线穿过矩形的中心(单位像素的光电转换区域的重心位置)。

[0137] 根据本实施例,在多个方向上对单位像素的光电转换区域进行分割的情况下,可以根据附近的多个子像素的值来计算视点移动的开始位置和结束位置的像素值,并且与第一实施例同样地控制合成比率。因此,可以实现与第一实施例相同的效果。

[0138] 第三实施例

[0139] 接着,将说明本发明的第三实施例。如参考图3所述,在上述实施例中所使用的视差图像中,未处于聚焦的区域的视差量大,并且处于聚焦的区域的视差量为0。因此,第一实施例和第二实施例中能够赋予的视点移动效果主要涉及背影区域。在第三实施例中,向聚焦区域赋予视点移动效果。

[0140] 图8A是示意性示出根据第三实施例的数字照相机800的功能结构的示例的框图,并且向与第一实施例相同的构成元件赋予相同的附图标记。本实施例与第一实施例的不同之处在于:本实施例的数字照相机800还具有用于将像素偏移处理应用于读出单元104所输出的视差图像的重构处理单元801。注意,在本实施例中,图像传感器102的单位像素被构成为包括图2B所示的 2×2 个子像素。

[0141] 将参考图8B所示的视差图像来说明重构处理单元801所进行的像素偏移处理。图8B示意性示出各自由读出单元104所输出的同种类型的子像素组(子像素1A组、子像素1B

组、子像素2A组和子像素2B组)的输出构成的图像。如上所述,子像素具有不同的拍摄视点,因而这四个图像是具有不同的拍摄视点位置的视差图像。

[0142] 将使用具有一个微透镜被多个子像素共用的结构的图像传感器的照相机称为光场照相机或全光照相机,并且通过合成(重构)多个视差图像,可以在拍摄之后生成聚焦位置与拍摄期间的聚焦位置不同的图像。将以这种方式经过了用于改变聚焦位置的操作(再聚焦)的重构图像称为再聚焦图像。

[0143] 将简要说明再聚焦的原理。进行如下假定:在图8B所示的四个视差图像中,花的位置处的视差量不是0,或者换句话说,在拍摄期间花未处于聚焦。如果在对齐(使像素偏移)之后对这四个视差图像进行合成以使得花的位置处的视差量是0,则获得花处于聚焦的图像。

[0144] 如参考图3所述,在聚焦部分中,视差量是0。此时,与拍摄期间聚焦度比花高的被摄体(在这种情况下为叶)有关的视差量大于拍摄期间的视差量,并且出现与拍摄期间相比模糊更大的状态。另一方面,在对齐(使像素偏移)并合成视差图像以使得叶的位置处的视差量是0的情况下,立即获得叶处于聚焦的图像,并且花的聚焦度降低。通过以这种方式使像素位置偏移并合成视差图像,可以生成具有不同聚焦位置的重构图像(再聚焦图像)。

[0145] 使用该原理,重构处理单元801使视差图像的位置偏移并合成这些图像,以使得拍摄期间处于聚焦的区域的聚焦度降低(发生模糊),并生成重构图像。通过使用这种重构图像执行第一实施例或第二实施例的处理,可以向拍摄期间处于聚焦的区域赋予视点移动效果。

[0146] 注意,在重构处理单元801生成重构图像时的像素偏移量(偏移量)增大的情况下,被摄体的轮廓可能双重模糊,但是可以通过基于能够进行再聚焦的范围设置像素偏移量来抑制这种问题。

[0147] 能够进行再聚焦的范围是根据焦深来确定的。在假定摄像光学系统的光圈值是F、并且模糊圈直径极限是 δ 的情况下,焦深是成像位置 $\pm F\delta$ 的范围。在这种情况下,在单位像素具有 2×2 个子像素的结构中, $\pm 2F\delta$ 的散焦量是能够进行再聚焦的范围。因此,重构处理单元801可以基于拍摄期间的光圈值以及图像传感器102的模糊圈直径极限,在与 $\pm 2F\delta$ 的散焦量相对应的像素偏移量的范围内生成重构图像。在相位差检测方法的自动焦点检测技术中,用于获得与 $\pm 2F\delta$ 的散焦量相对应的像素偏移量的方法是已知的,因而这里省略其说明。

[0148] 将参考图9A和9B来说明重构处理的效果。

[0149] 图9A示出关于特定被摄体所获得的聚焦区域内的1A图像和1B图像的波形示例、以及通过以不同比率(权重)合成(相加)1A图像和1B图像所获得的合成图像的波形示例。横轴表示水平方向上的像素位置,以及纵轴表示像素值。由于1A图像和1B图像处于聚焦区域,因此这些图像的局部最大位置是相同的。因此,如果在不使用重构处理的情况下生成合成图像,则即使改变合成比率,合成图像的局部最大位置也不会发生改变。

[0150] 与图9A同样地,图9B示出使用重构处理在1A图像的聚焦位置发生偏移的状态下生成A图像的情况下的波形图。这里,进行四个像素的像素偏移,并且生成重构图像。这样,可以看出,通过使用应用了像素偏移处理的图像,合成图像的局部最大位置根据A图像和1B图像的合成比率而改变,或者换句话说,可以赋予视点移动效果。

[0151] 注意,本实施例可以与第一实施例所述的内容组合使用。

[0152] 例如,可以采用如下结构:在诸如拍摄被摄体在通过自动调焦移动焦点之后最终聚焦的运动图像的情况或者被摄体停止在预设的固定焦距处的情况下,检测被摄体存在于焦平面中的区间,仅使该区间再聚焦,并且改变合成比率(视点位置)。

[0153] 还可以采用如下结构:在合成比率随时间改变的同时,应用再聚焦,并且向被摄体存在于焦平面中的区间添加A_PIX和B_PIX之间的视差。

[0154] 根据本实施例,生成拍摄期间处于聚焦的区域的聚焦度降低的重构图像,并且实现了与第一实施例和第二实施例中的合成处理同样的合成处理,由此可以向拍摄期间处于聚焦的区域赋予视点移动效果。

[0155] 第四实施例

[0156] 在第一实施例至第三实施例中,说明了使用具有子像素构造的图像传感器来获得A图像和B图像的结构。

[0157] 在第四实施例中,将说明将本发明应用于通过使用不具有子像素构造的多个通常图像传感器所获得的视差图像的结构。

[0158] 图10示出本实施例中使用的并且能够获得视差图像的多眼照相机300的功能结构的示例。摄像设备300具有光学系统单元101、图像传感器301、A/D转换单元103和读出单元104的A~C三组,并且具有从读出单元104A~104C向图像合成单元302输入摄像信号的结构。注意,图像传感器301是被构成为针对一个微透镜具有一个光电转换部的拜尔型图像传感器。此外,光学系统单元101A~101C例如被配置成在垂直方向上不具有视差、并且在水平方向上相互具有预定视差,并且从读出单元104A~104C输出三个视点处所拍摄的视差图像。

[0159] 另外,图像合成单元302是能够通过合成这三个视差图像中的两个视差图像来获得视点图像的合成单元。合成方法与仅在如第二实施例所述的图7B的水平方向上应用视点移动的情况相同,因而省略其说明。

[0160] 注意,在多眼摄像设备的情况下,如图11所示,针对被摄体403而言光学系统单元101A~101C在水平方向上的光轴之间的距离可以不相等。在这种情况下,根据光学系统单元101A~101C的光轴间距离VA和VB来校正合成比率。

[0161] 这样,同样可以将第一实施例至第三实施例中所述的合成方法应用于多眼摄像设备所获得的视差图像。

[0162] 第五实施例

[0163] 在第五实施例中,将说明如下情况:可以通过根据被摄体的状态和摄像设备的状态改变合成比率,来有效地获得视点移动效果。

[0164] 图12示出根据被摄体的状态所校正的合成比率的示例。与图6A同样地,纵轴表示B_PIX合成比率,以及横轴表示帧数(或时间)。

[0165] 这里,被摄体没有出现在初始帧中,然后被摄体出现在帧S1中并且在帧S2中淡出,以结束运动图像。注意,这里被摄体是具有在拍摄图像中可检测到的特征的适当被摄体,并且通常可以是人物的面部,但是还可以是用户所指定的图像区域。图像合成单元105可以基于已知技术来执行被摄体检测。

[0166] 在被摄体的状态以这种方式随时间改变的运动图像中,可以在被摄体的状态发生

改变的定时改变合成比率。例如,可以将用于指定被摄体变得能够检测到的定时(帧)以及被摄体不再能够检测到的定时(帧)的信息例如记录在运动图像文件的头部中。

[0167] 在再现记录有这种信息的运动图像文件的情况下,可以诸如通过在尚未检测到被摄体的区间中将单位时间的视点移动量增大成大于检测到被摄体的区间的情况等,来改变合成比率。因此,同样,在不存在被摄体的区间中,使得能够维持用户的关注。另外,在显示被摄体的状态下,可以通过降低视点移动量来使用户的关注集中于被摄体。

[0168] 注意,例如,代替被摄体的状态,可以根据摄像设备的状态来动态地改变单位时间的合成比率(视点移动效果)变化量。

[0169] 例如,在进行帧S1和帧S2之间的平摇操作的情况下,在平摇操作期间将难以感知到视点移动效果。

[0170] 因此,通过与不进行平摇操作的情况相比、使平摇操作期间的单位时间的合成比率(视点移动效果)变化量相对降低,可以有效地使用有限的视点移动量。

[0171] 此外,相反,通过将平摇操作期间的单位时间的合成比率(视点移动效果)变化量增大成大于不进行平摇操作时的情况,可以添加看起来如同正快速进行平摇操作那样的效果。这里,作为根据摄像设备的姿势来控制单位时间的合成比率(视点移动效果)变化量的示例说明了是否进行平摇操作,但是还可以基于摄像设备的其它状态来控制单位时间的合成比率变化量。

[0172] 通过如上所述根据被摄体的状态或者摄像设备的状态来改变单位时间的合成比率(视点移动效果)变化量,可以实现更有效的视点移动效果。

[0173] 其它实施例

[0174] 注意,在上述实施例中,通过改变从共用一个微透镜的子像素所获得的A图像和B图像的相加比率来获得视点移动效果。因此,与将使用多眼数字照相机所获得的视差图像相互组合的情况不同,可以抑制合成图像中的双重模糊轮廓的发生。然而,作为使视点移动的方法,还可以通过使用诸如利用多眼数字照相机等所获得的多个视差运动图像数据来实现视点移动效果。

[0175] 还可以通过读出并执行记录在存储介质(还可被更完整地称为“非暂时性计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如,一个或多个程序)以进行本发明的上述实施例中的一个或多个的功能以及/或者包括用于进行上述实施例中的一个或多个的功能的一个或多个电路(例如,专用集成电路(ASIC))的系统或设备的计算机和通过下面的方法来实现本发明的实施例,其中,该系统或设备的计算机通过例如从存储介质读出并执行计算机可执行指令以进行上述实施例中的一个或多个的功能以及/或者控制该一个或多个电路以进行上述实施例中的一个或多个的功能来进行上述方法。该计算机可以包括一个或多个处理器(例如,中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)),并且可以包括单独计算机或单独计算机处理器的网络,以读出并执行计算机可执行指令。例如可以从网络或存储介质将这些计算机可执行指令提供至计算机。该存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算机系统的存储器、光盘(诸如致密盘(CD)、数字多功能盘(DVD)或蓝光盘(BD)TM等)、闪速存储装置和存储卡等中的一个或多个。

[0176] 尽管已经参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不局限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释,以包含所有这类修改、等同结构和

功能。

[0177] 本申请要求2015年6月8日提交的日本专利申请2015-116025以及2016年5月9日提交的日本专利申请2016-094155的优先权,这里通过引用将其全部内容包含于此。

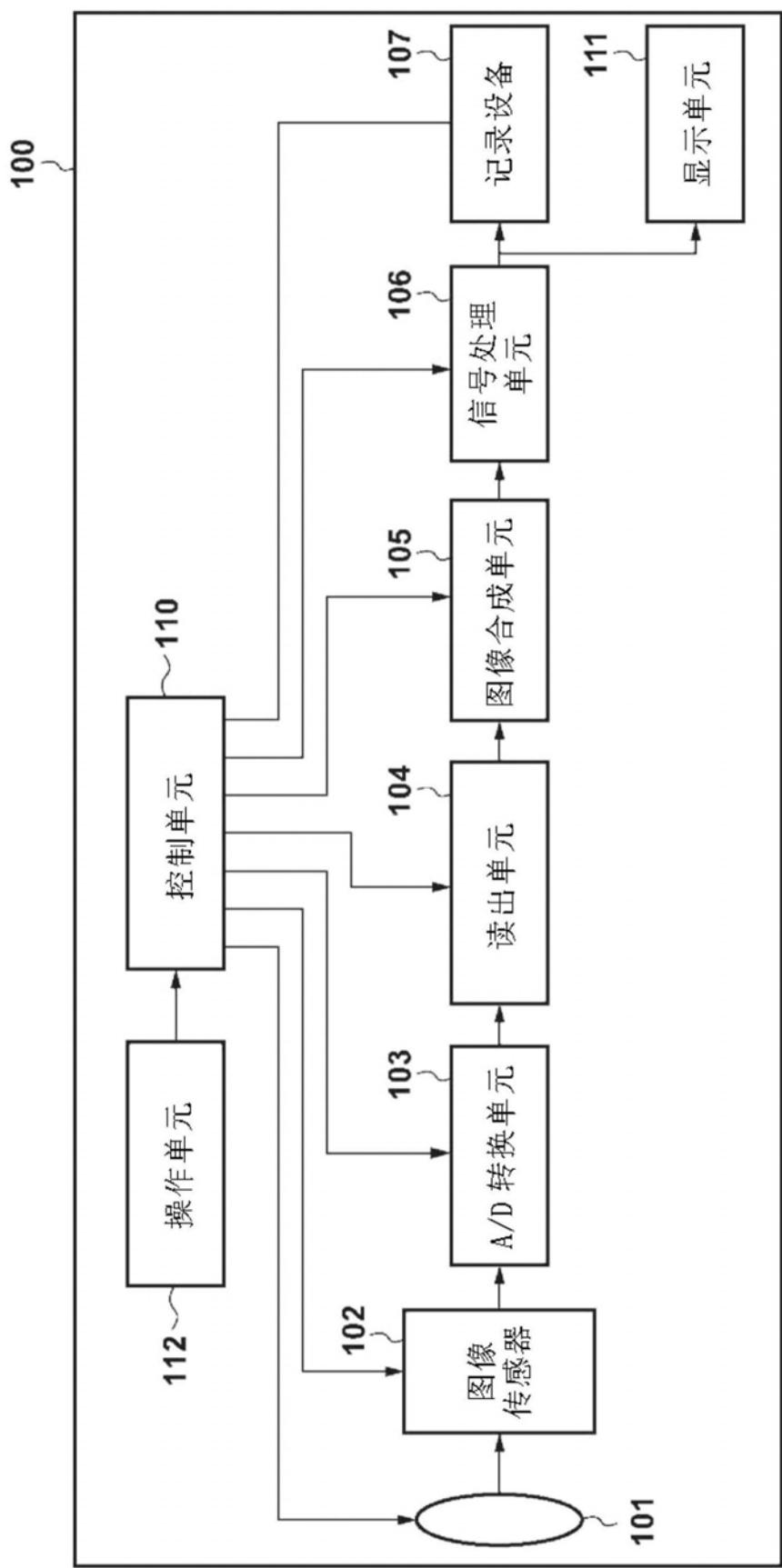


图1

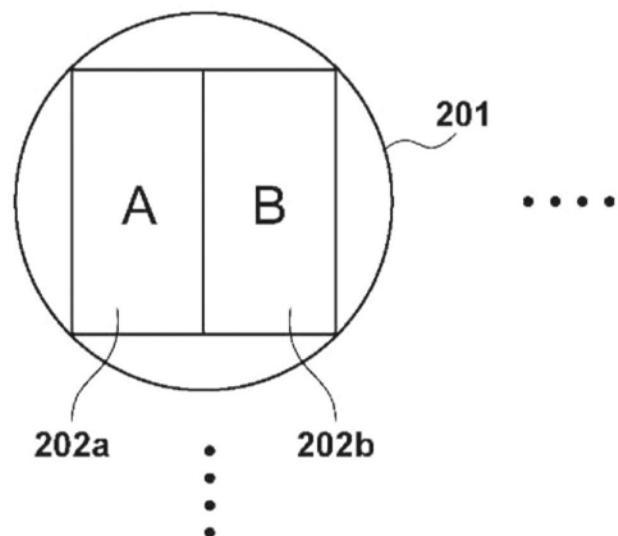


图2A

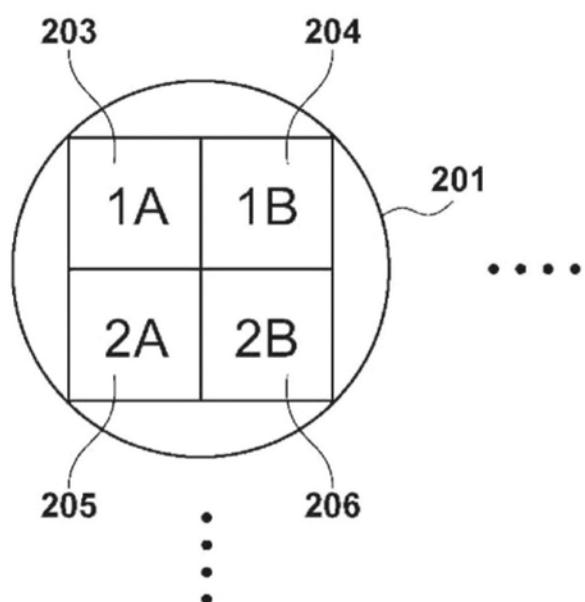


图2B

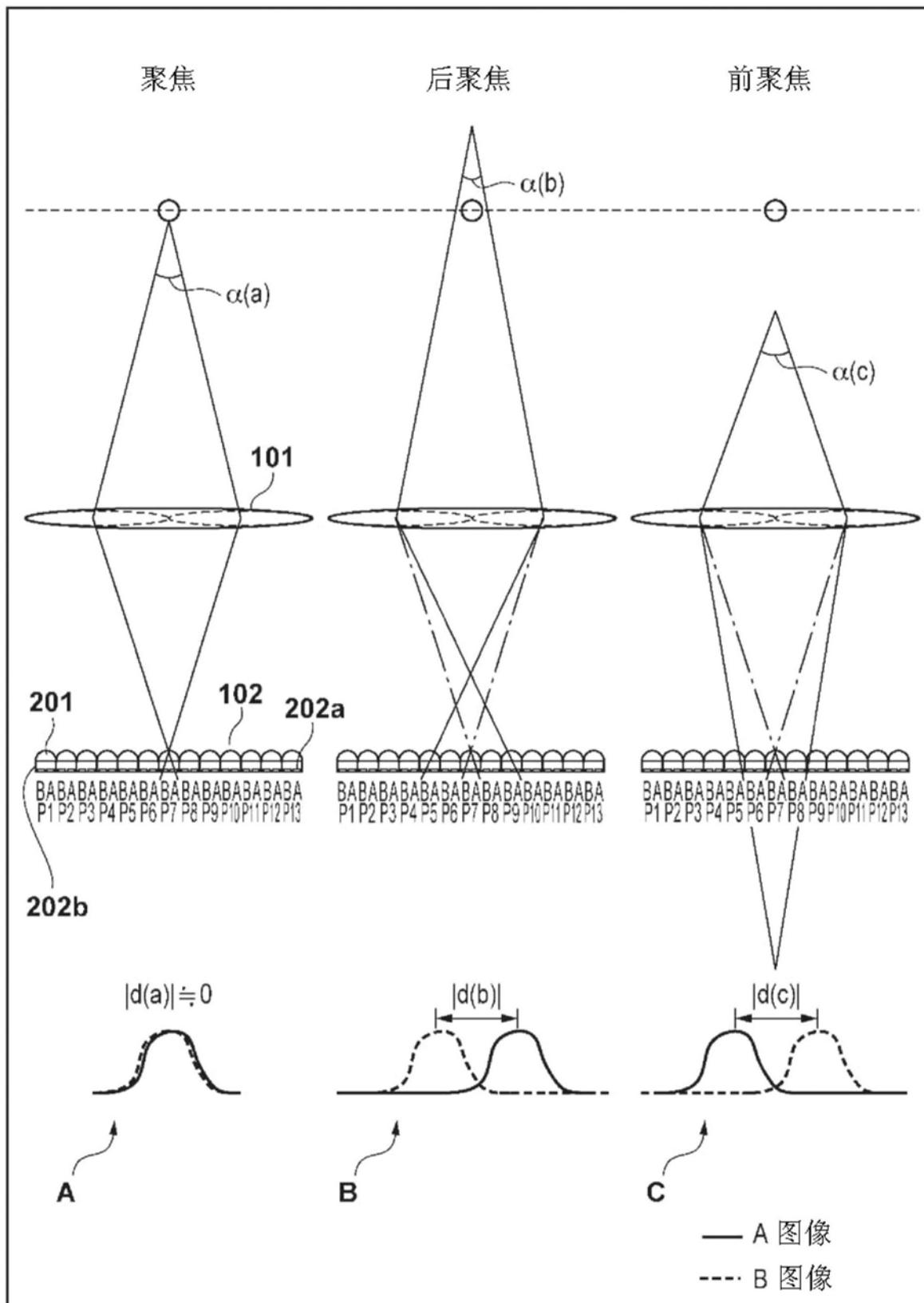


图3

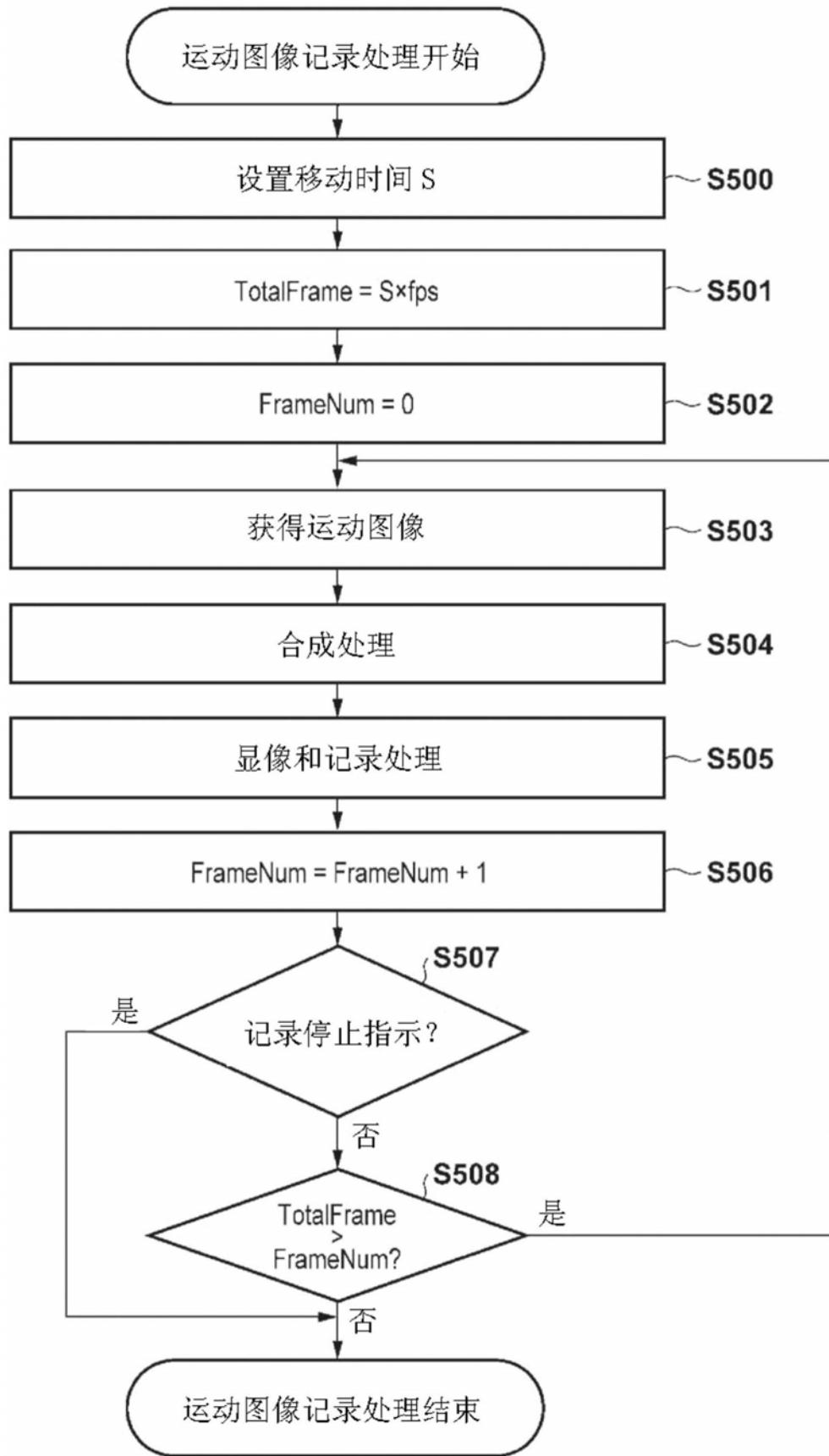


图4

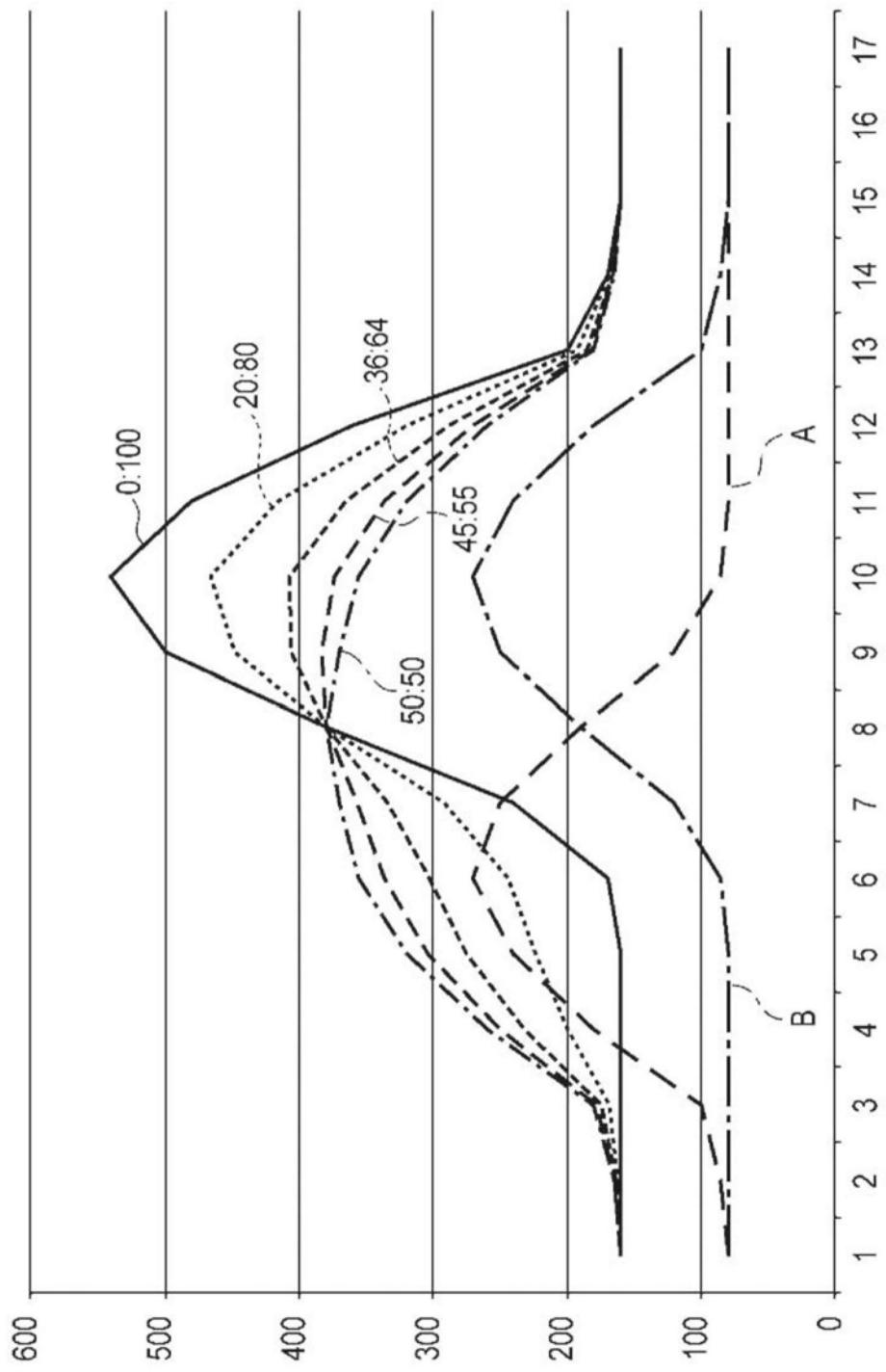


图5

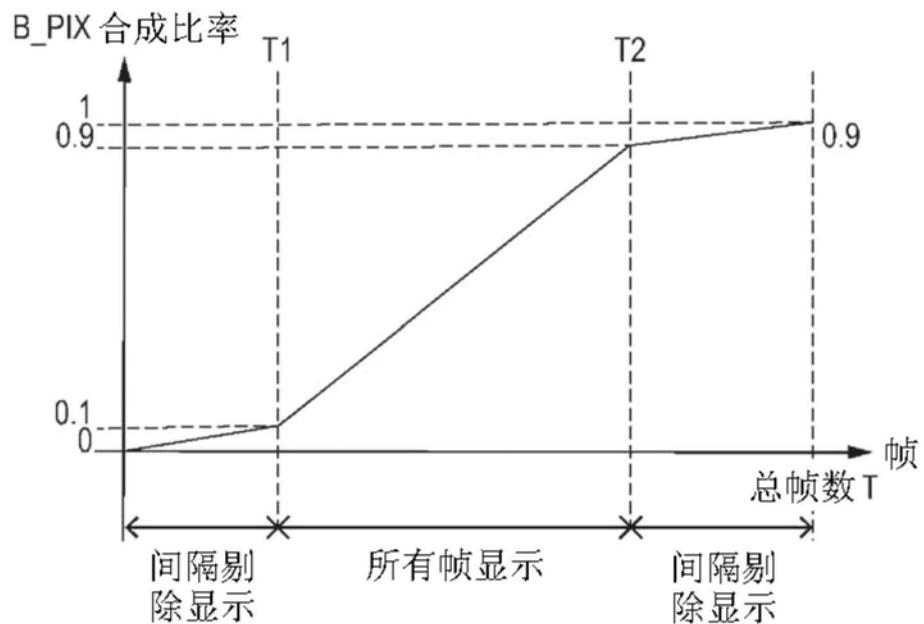


图6A



图6B

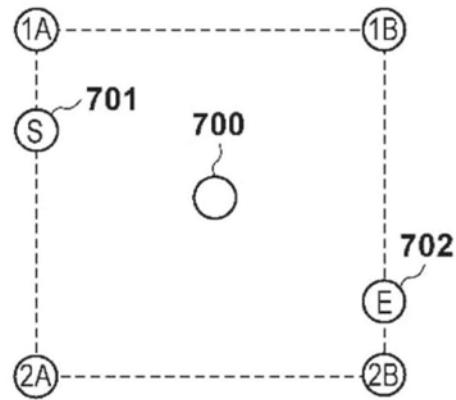


图7A

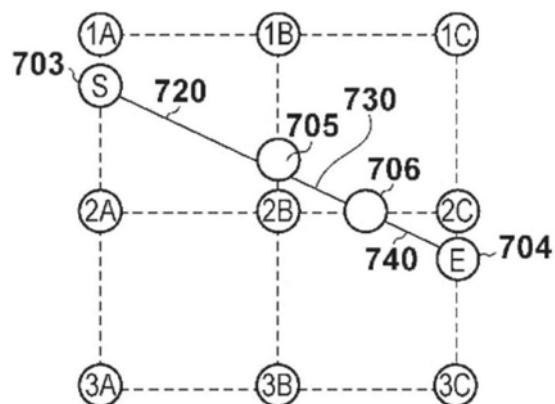


图7B

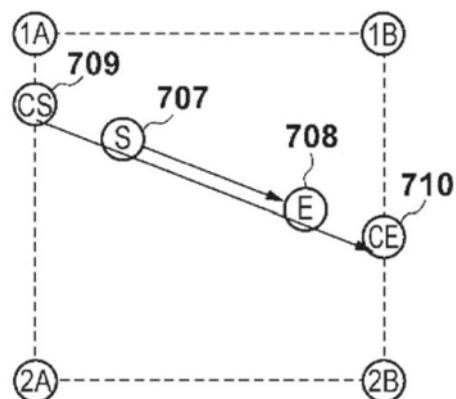


图7C

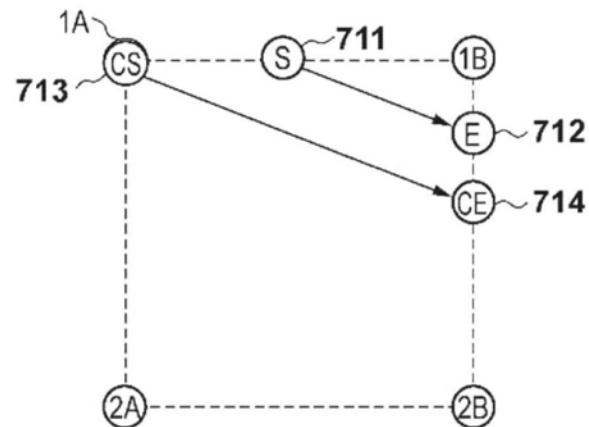


图7D

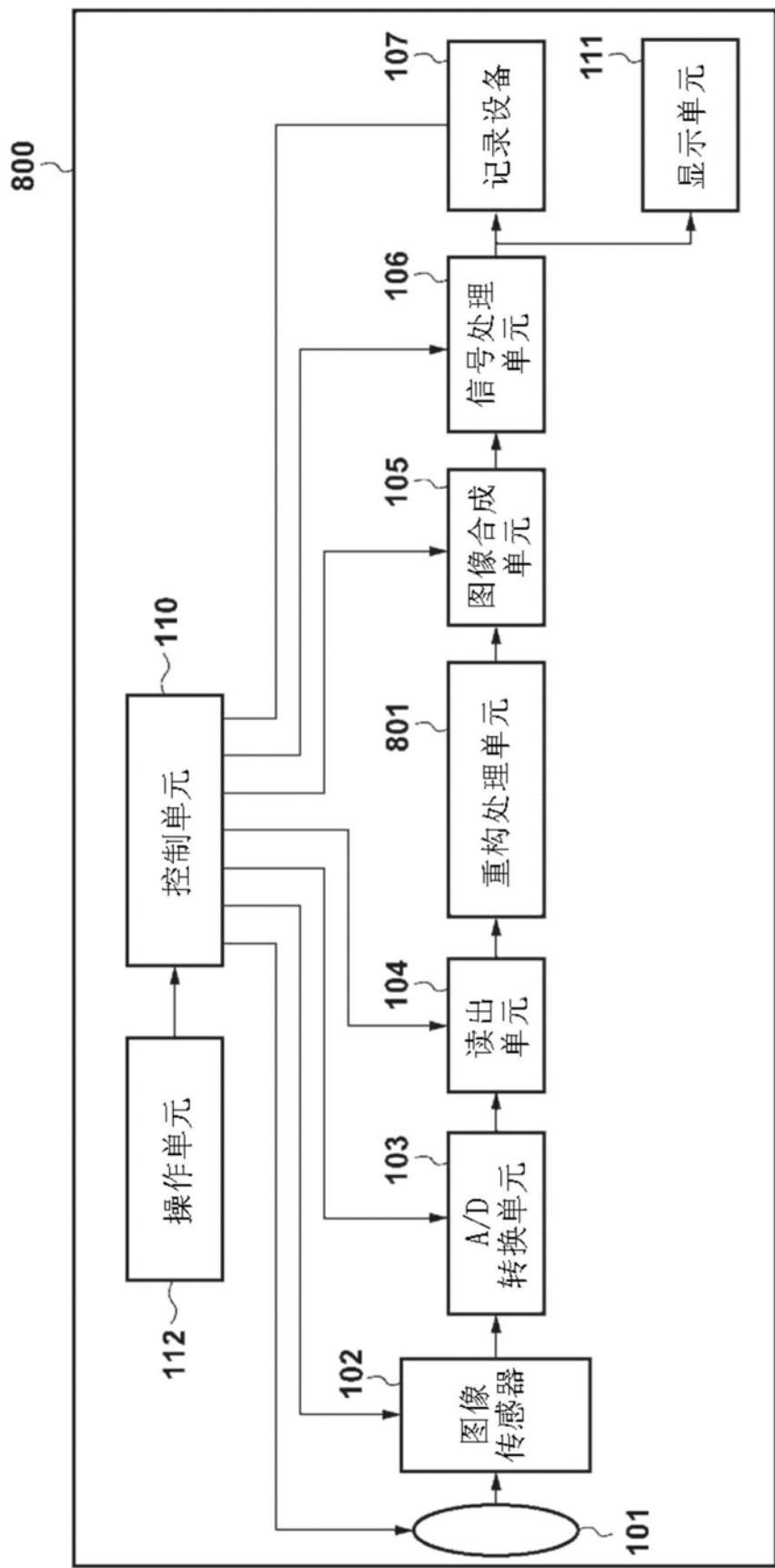


图8A

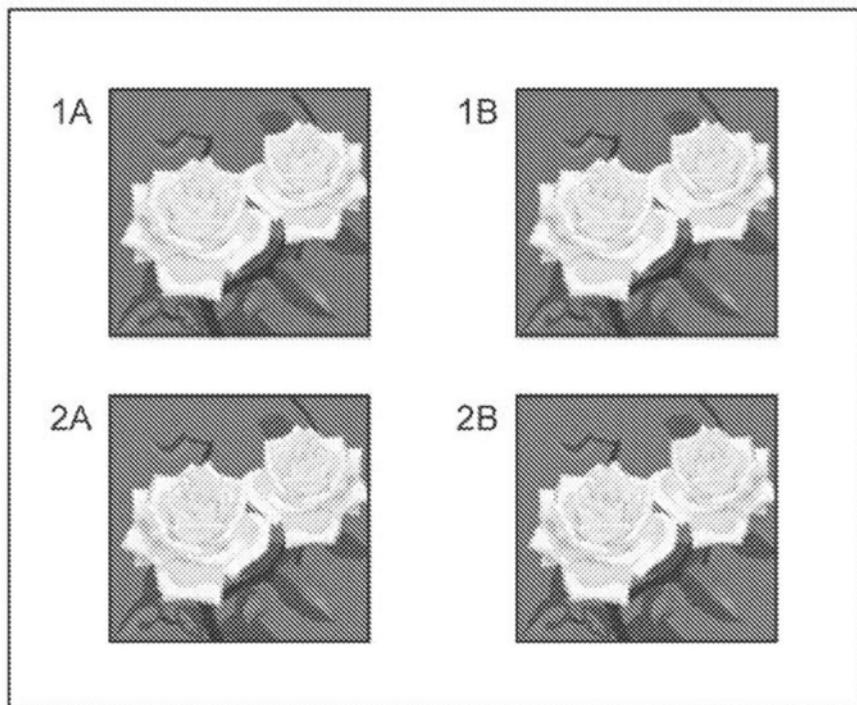


图8B

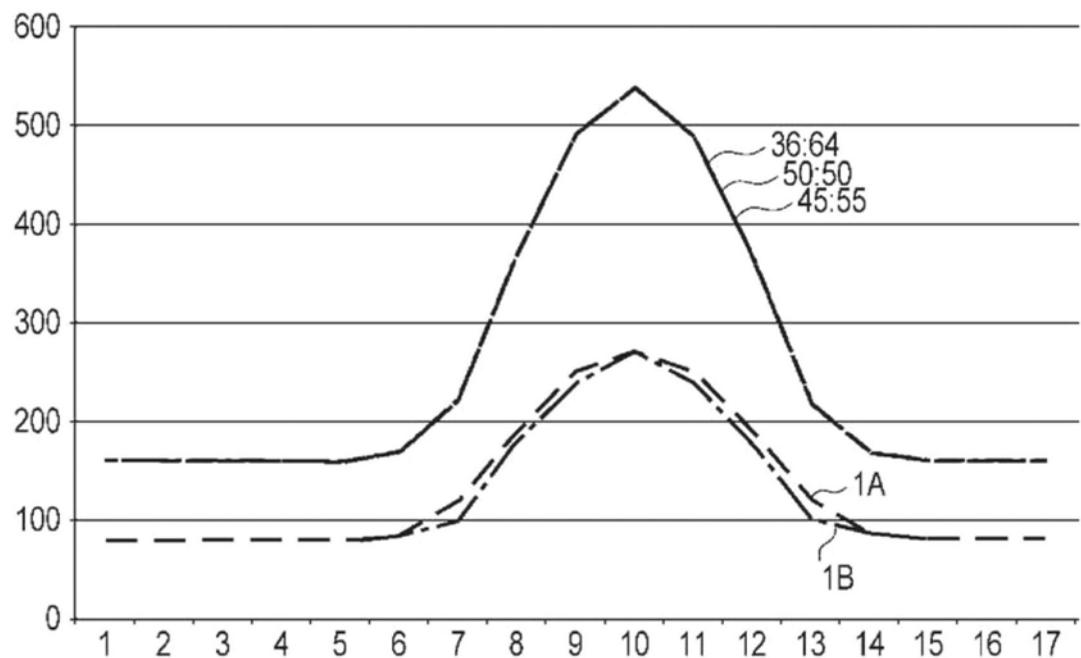


图9A

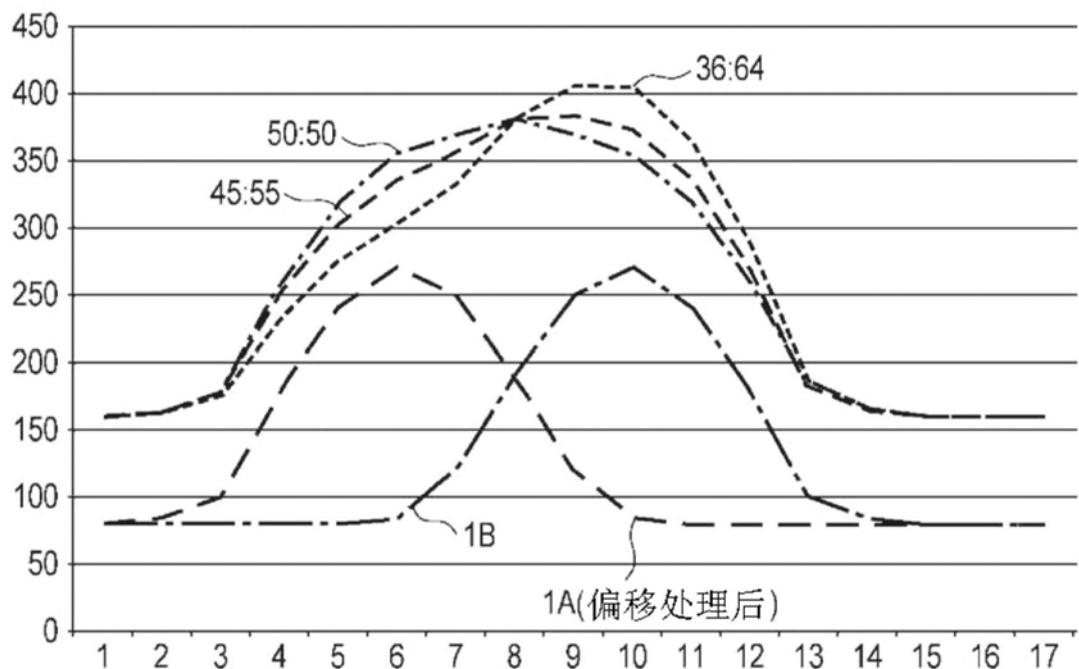


图9B

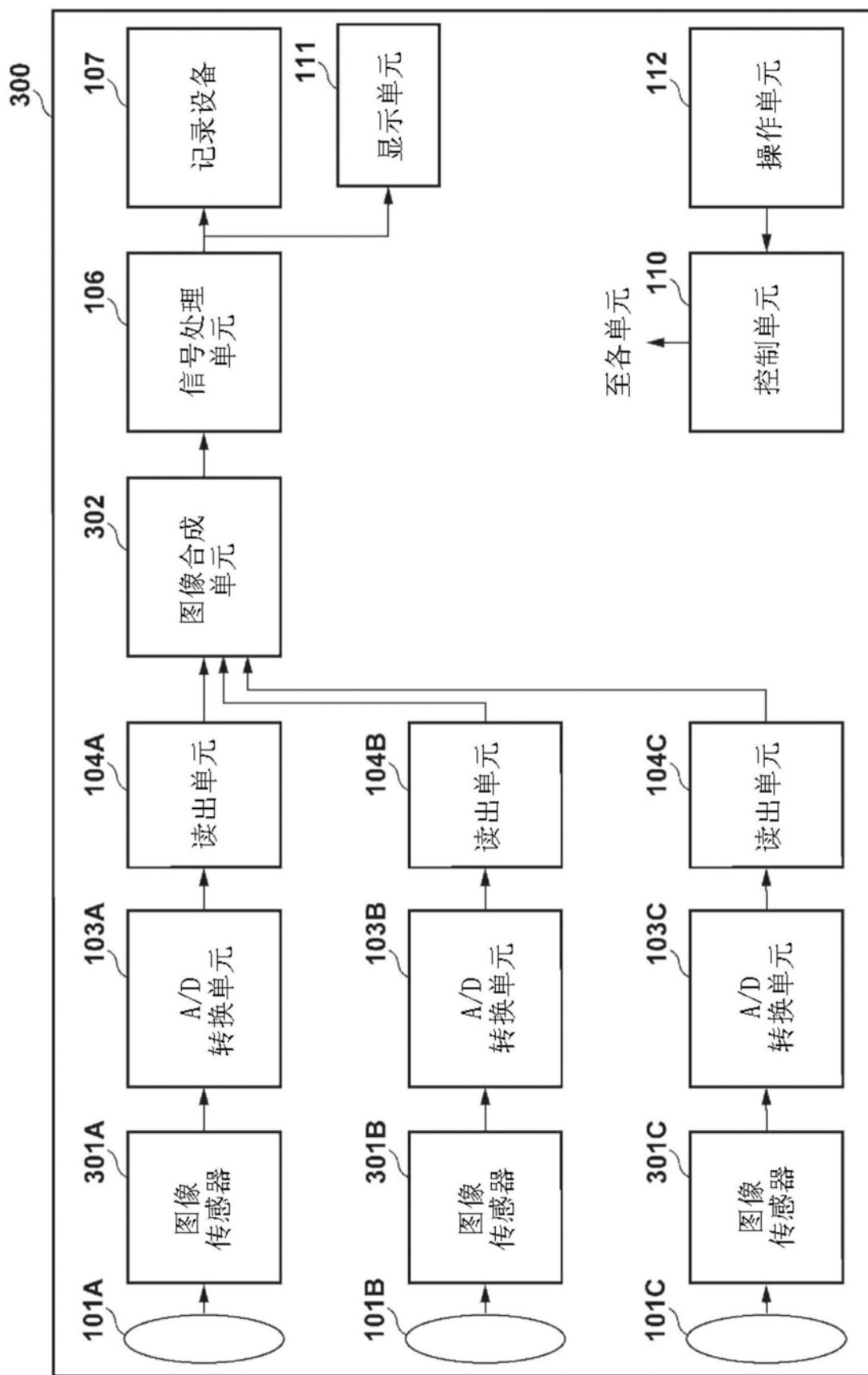


图10

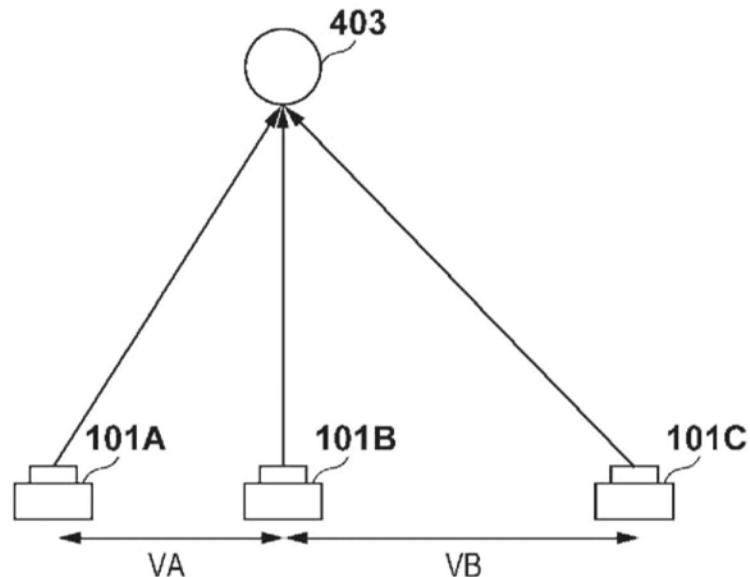


图11

B_PIX 合成比率

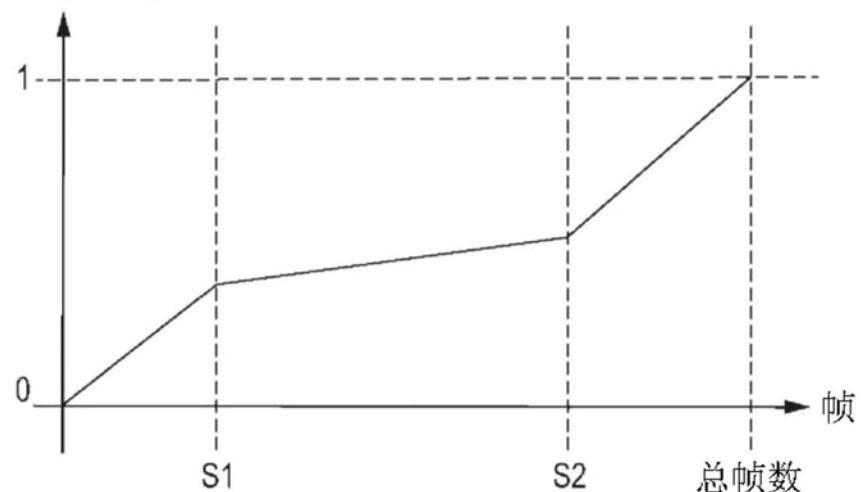


图12