



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112534474 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 09

(21) 申请号 201980050094.4

(22) 申请日 2019.09.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112534474 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(30) 优先权数据
2018-174277 2018.09.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.01.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/035420 2019.09.09

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/059565 JA 2020.03.26

(73) 专利权人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本大阪府

(72) 发明人 佐藤智 吾妻健夫 若井信彦

吉冈康介 清水规贵 河合良直
天田高明 川合阳子 村井猛
竹内宏树

(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 王亚爱

(51) Int. Cl.
G06T 7/50 (2017.01)
G01C 3/06 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)
G06T 7/571 (2017.01)

(56) 对比文件
US 2010046802 A1, 2010.02.25
US 2018232947 A1, 2018.08.16
US 2017272651 A1, 2017.09.21

审查员 万盼盼

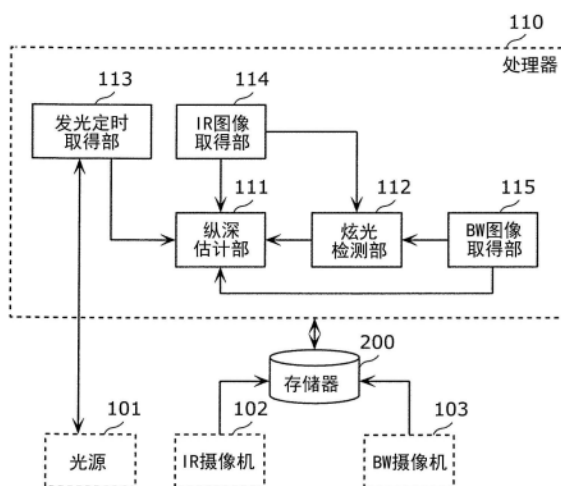
权利要求书4页 说明书25页 附图23页

(54) 发明名称

纵深取得装置、纵深取得方法以及记录介质

(57) 摘要

提供能正确取得图像的纵深的纵深取得装置。该纵深取得装置(1)具备存储器(200)和处理器(110),该处理器(110)取得表示光源(101)对被摄体照射红外光的定时的定时信息,取得IR图像,该IR图像通过与由该定时信息表示的定时相应的包含被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持在存储器(200),取得BW图像,该BW图像通过与该IR图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与该IR图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持在存储器(200),从该IR图像检测炫光区域,基于该IR图像、BW图像以及炫光区域来估计该炫光区域的纵深。



1. 一种纵深取得装置,具备存储器和处理器,
所述处理器,
取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,
取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于所述存储器,
取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于所述存储器,
从所述红外图像检测炫光区域,
基于所述红外图像、所述可见光图像以及所述炫光区域来估计所述炫光区域的纵深,
所述处理器,
在所述炫光区域的纵深的估计中,
估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,
通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。
2. 根据权利要求1所述的纵深取得装置,其中,
所述处理器,
在所述炫光区域的纵深的估计中,
估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的第1纵深信息,
通过基于所述可见光图像修正由所述第1纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深,来估计表示所述炫光区域内的各位置处的修正后的纵深的第2纵深信息,
进一步地,生成第3纵深信息,该第3纵深信息表示由所述第1纵深信息表示的所述红外图像的所述炫光区域外的各位置处的纵深和由所述第2纵深信息表示的所述红外图像的所述炫光区域内的各位置处的纵深。
3. 根据权利要求1或2所述的纵深取得装置,其中,
所述处理器,在所述炫光区域的检测中,
将所述红外图像当中有第1阈值以上的亮度的区域检测为所述炫光区域。
4. 根据权利要求1或2所述的纵深取得装置,其中,
所述处理器,在所述炫光区域的检测中,
将所述红外图像当中具有第1阈值以上的亮度且满足预先规定的条件的区域检测为所述炫光区域,
所述预先规定的条件是所述红外图像的区域内的图像特征量、和与所述区域对应的所述可见光图像的区域内的图像特征量之间的相关值小于第2阈值的条件。
5. 根据权利要求4所述的纵深取得装置,其中,
所述红外图像以及所述可见光图像各自的区域内的图像特征量是所述区域内的图像中所含的边缘。
6. 根据权利要求4所述的纵深取得装置,其中,
所述红外图像以及所述可见光图像各自的区域内的图像特征量是所述区域内的亮度。
7. 根据权利要求1或2所述的纵深取得装置,其中,

所述处理器,在所述炫光区域的检测中,

对所述红外图像当中具有第1阈值以上的亮度的至少1个高亮度区域分别:

(i) 通过对该高亮度区域内的图像进行CENSUS变换来取得第1变换图像,

(ii) 通过对与该高亮度区域对应的所述可见光图像的区域内的图像进行CENSUS变换来取得第2变换图像,

将至少1个所述高亮度区域当中所述第1变换图像与所述第2变换图像之间的汉明距离超过第3阈值的高亮度区域检测为所述炫光区域。

8. 一种纵深取得装置,具备存储器和处理器,

所述处理器,

取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,

取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于所述存储器,

取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于所述存储器,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述红外图像的炫光区域内的各位置处的纵深。

9. 一种纵深取得装置,具备:

光源;

红外摄像机,通过与所述光源对被摄体照射红外光的定时相应地进行包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像来取得红外图像;

可见光摄像机,通过进行与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像来取得可见光图像;

炫光检测部,从所述红外图像检测炫光区域;和

纵深估计部,基于所述红外图像、所述可见光图像以及所述炫光区域来估计所述炫光区域的纵深,

在所述炫光区域的纵深的估计中,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。

10. 一种纵深取得装置,具备:

光源;

红外摄像机,通过与所述光源对被摄体照射红外光的定时相应地进行包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像来取得红外图像;

可见光摄像机,通过进行与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像来取得可见光图像;

第1纵深估计部,估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息;和

第2纵深估计部,通过将所述红外图像、所述可见光图像以及所述纵深信息输入到学习

模型来修正由所述纵深信息表示的所述红外图像的炫光区域内的各位置处的纵深。

11. 一种纵深取得装置, 具备存储器和处理器,
所述处理器,

取得所述存储器中所保持的红外图像, 在此, 所述红外图像通过基于红外光的摄像而得到,

取得所述存储器中所保持的可见光图像, 在此, 所述可见光图像在与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻通过基于可见光的摄像而得到,

从所述红外图像将映出炫光的区域检测为炫光区域,

基于所述可见光图像来估计所述炫光区域的纵深,

所述处理器,

在所述炫光区域的纵深的估计中,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。

12. 一种纵深取得方法,

取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,

取得红外图像, 所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到, 并被保持于存储器,

取得可见光图像, 所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到, 并被保持于存储器,

从所述红外图像检测炫光区域,

基于所述红外图像、所述可见光图像以及所述炫光区域来估计所述炫光区域的纵深,

在所述炫光区域的纵深的估计中,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。

13. 一种纵深取得方法,

取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,

取得红外图像, 所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到, 并被保持于存储器,

取得可见光图像, 所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到, 并被保持于存储器,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述红外图像的炫光区域内的各位置处的纵深。

14. 一种纵深取得方法, 利用了具备存储器和处理器的纵深取得装置,

所述处理器,

取得所述存储器中所保持的红外图像,在此,所述红外图像通过基于红外光的摄像而得到,

取得所述存储器中所保持的可见光图像,在此,所述可见光图像在与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻通过基于可见光的摄像而得到,

从所述红外图像将映出炫光的区域检测为炫光区域,

基于所述可见光图像来估计所述炫光区域的纵深,

所述处理器,

在所述炫光区域的纵深的估计中,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。

15. 一种记录介质,存储程序,所述程序使计算机执行以下步骤:

取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,

取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于存储器,

取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于存储器,

从所述红外图像检测炫光区域,

基于所述红外图像、所述可见光图像以及所述炫光区域来估计所述炫光区域的纵深,

在所述炫光区域的纵深的估计中,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。

16. 一种记录介质,存储程序,所述程序使计算机执行以下步骤:

取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,

取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于存储器,

取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于存储器,

估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,

通过将所述红外图像、所述可见光图像以及所述纵深信息输入到学习模型来修正由所述纵深信息表示的所述红外图像的炫光区域内的各位置处的纵深。

纵深取得装置、纵深取得方法以及记录介质

技术领域

[0001] 本公开涉及取得图像的纵深的纵深取得装置等。

背景技术

[0002] 过去,提出测定到被摄体的距离的测距装置(例如参考专利文献1)。该测距装置具备光源和摄像部。光源对被摄体照射光。摄像部对被该被摄体反射的反射光摄像。然后,测距装置通过将以该摄像得到的图像的各像素值变换成到被摄体的距离,来测定到该被摄体的距离。即,测距装置取得由摄像部得到的图像的纵深。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:JP特开2011-64498号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 但在上述专利文献1的测距装置中,有不能正确取得图像的纵深的课题。

[0008] 为此,本公开提供能正确取得图像的纵深的纵深取得装置。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本公开的一个方案所涉及的纵深取得装置具备存储器和处理器,所述处理器,取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于所述存储器,取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于所述存储器,从所述红外图像检测炫光(フレア)区域,基于所述红外图像、所述可见光图像以及所述炫光区域来估计所述炫光区域的纵深。

[0011] 另外,这些总括或具体的方案可以用系统、方法、集成电路、计算机程序或计算机可读的CD-ROM等记录介质实现,也可以用系统、方法、集成电路、计算机程序以及记录介质的任意的组合实现。另外,记录介质可以是非暂时的记录介质。

[0012] 发明的效果

[0013] 本公开的纵深取得装置能正确取得图像的纵深。本公开的一个方案中的进一步的优点以及效果根据说明书以及附图得以明确。相关的优点以及/或者效果通过几个实施方式、和记载于说明书以及附图的特征来分别提供,但为了得到1个或其以上的相同特征未必需要提供全部。

附图说明

[0014] 图1是表示实施方式中的纵深取得装置的硬件结构的框图。

[0015] 图2是表示实施方式中的固体摄像元件所具有的像素阵列的示意图。

- [0016] 图3是表示实施方式中的光源的发光元件的发光定时与固体摄像元件的第1像素的曝光定时的关系的定时图。
- [0017] 图4是表示实施方式中的纵深取得装置的功能结构的一例的框图。
- [0018] 图5是表示实施方式中的纵深取得装置的功能结构的其他示例的框图。
- [0019] 图6是表示实施方式中的纵深取得装置的整体处理动作的流程图。
- [0020] 图7是表示实施方式中的纵深取得装置的处理器的整体处理动作的流程图。
- [0021] 图8是表示实施方式中的纵深取得装置的处理器的具体的功能结构的框图。
- [0022] 图9A是表示IR图像的一例的图。
- [0023] 图9B是表示BW图像的一例的图。
- [0024] 图10是表示通过IR图像的二值化得到的二值化图像的一例的图。
- [0025] 图11是表示IR图像内的高亮度区域的一例的图。
- [0026] 图12是表示与IR图像的高亮度区域对应的BW图像的区域图。
- [0027] 图13是表示从IR图像检测到的炫光区域的一例的图。
- [0028] 图14是表示实施方式中的纵深取得装置的仿真结果的图。
- [0029] 图15是表示图8所示的纵深取得装置的整体处理动作的流程图。
- [0030] 图16是表示图15的步骤S31~S34的详细处理的流程图。
- [0031] 图17是表示取代图15的步骤S31~S34的处理的一例的流程图。
- [0032] 图18是表示取代图15的步骤S31~S34的处理的其他示例的流程图。
- [0033] 图19是表示取代图15的步骤S31~S34的处理的其他示例的流程图。
- [0034] 图20是表示实施方式的变形例1中的纵深取得装置的功能结构的一例的框图。
- [0035] 图21是表示实施方式的变形例1中的纵深取得装置的功能结构的其他示例的框图。
- [0036] 图22是表示实施方式的变形例2中的炫光检测部的处理动作的流程图。
- [0037] 图23是表示实施方式的变形例3中的纵深取得装置的整体处理动作的流程图。
- [0038] 图24是表示图23的步骤S31a~S34a的详细处理的流程图。
- [0039] 图25是表示取代图23的步骤S31a~S34a的处理的一例的流程图。
- [0040] 图26是表示取代图23的步骤S31a~S34a的处理的其他示例的流程图。

具体实施方式

[0041] (成为本公开的基础的见解)

[0042] 本发明的发明者关于“背景技术”栏中记载的专利文献1的测距装置,发现产生以下的问题。

[0043] 专利文献1的测距装置如上述那样从光源对被摄体照射光,对被照射光的被摄体摄像,由此取得图像,并测定该图像的纵深。在该纵深的测定中使用ToF(Time Of Flight, 飞行时间)。在这样的测距装置中,为了提升测距精度而进行相互不同的摄像条件的摄像。即,测距装置按照给定的摄像条件进行摄像,对应于其摄像结果来设定与该给定的摄像条件不同的摄像条件。然后,测距装置按照该设定的摄像条件再次进行摄像。

[0044] 但在通过摄像得到的图像中,有产生炫光、鬼影或亮度的饱和等的情况。仅从该产生炫光等的图像,不能正确测定纵深。另外,有即使变更摄像条件也难以简单地抑制炫光等

的产生的情况。进而,若例如搭载于车辆的测距装置在该车辆的行驶中在相互不同的摄像条件下重复摄像,则由于重复进行的摄像的视点位置不同,因此得到的多个图像各自的场景会不同。即,不能对相同场景重复摄像,不能适当地估计映出该场景的图像的纵深、特别是产生炫光等的区域的纵深。

[0045] 为了解决这样的问题,本公开的一个方案所涉及到的纵深取得装置具备存储器和处理器,所述处理器,取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于所述存储器,取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于所述存储器,从所述红外图像检测炫光区域,基于所述红外图像、所述可见光图像以及所述炫光区域来估计所述炫光区域的纵深。另外,炫光区域是产生炫光、鬼影、亮度的饱和或亮线(スマヤ、smear)的区域。

[0046] 由此,从红外图像检测炫光区域,由于在该炫光区域中,不仅基于红外图像还基于可见光图像来检测纵深,因此能适当地取得该炫光区域的纵深。即,在红外图像和可见光图像中,成为摄像的对象场景实质相同,视点以及摄像时刻也实质相同。在此,作为在实质相同的视点以及摄像时刻摄像的实质相同的场景的图像的一例,是用相同摄像元件的不同像素摄像的图像。这样的图像与用拜尔(Bayer)排列的滤色镜摄像到的彩色图像的红、绿以及蓝的各通道图像同样,各图像的视角、视点以及摄像时刻大致相等。即,在实质相同的视点以及摄像时刻摄像到的实质相同的场景的图像在被摄像到的各图像中被摄体的图像上的位置不会相差2个像素以上。例如在场景中存在具有可见光和红外分量的点光源、可见光图像中仅高亮度地摄像1个像素的情况下,在红外图像中,也会在比与可见光图像中摄像的像素位置对应的像素的2像素更靠近地摄像点光源。另外,所谓实质相同的摄像时刻,表示摄像时刻的差以1帧以下相等。因此,红外图像和可见光图像有高的相关。另外,炫光等是依赖于波长的现象,即使在红外图像产生炫光等,在可见光图像不产生炫光等的可能性也高。因此,能从与炫光区域对应的可见光图像内的区域(即对应区域)弥补炫光区域中缺失的信息。其结果,能适当地取得炫光区域的纵深。

[0047] 例如可以,所述处理器执行:在所述炫光区域的纵深的估计中,估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的第1纵深信息,通过基于所述可见光图像补正由所述第1纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深,来估计表示所述炫光区域内的各位置处的补正后的纵深的第2纵深信息,进而生成表示由所述第1纵深信息表示的所述红外图像的所述炫光区域外的各位置处的纵深、和由所述第2纵深信息表示的所述红外图像的所述炫光区域内的各位置处的纵深的第3纵深信息。另外,在第1纵深信息的估计中,也可以对红外图像运用TOF等。

[0048] 由此,第3纵深信息表示从该红外图像得到的纵深,作为红外图像的炫光区域外的纵深,表示从该红外图像得到并基于可见光图像补正过的纵深,作为红外图像的炫光区域的纵深。因此,即使是在红外图像中有炫光区域的情况,也能适当地估计该红外图像的整体纵深。

[0049] 另外也可以,所述处理器在所述炫光区域的检测中,将所述红外图像当中有第1阈值以上的亮度的区域检测为所述炫光区域。

[0050] 由于炫光区域内的亮度处于比炫光区域外的亮度高的倾向,因此,通过将红外图像当中有第1阈值以上的亮度的区域检测为炫光区域,能适当地检测炫光区域。

[0051] 另外也可以,所述处理器,在所述炫光区域的检测中,将所述红外图像当中具有第1阈值以上的亮度且满足预先规定的条件的区域检测为所述炫光区域,所述预先规定的条件是所述红外图像的区域内的图像特征量、和与所述区域对应的所述可见光图像的区域内的图像特征量之间的相关值小于第2阈值的条件。例如也可以,所述红外图像以及所述可见光图像各自的区域内的图像特征量是所述区域内的图像中所含的边缘。或者也可以,所述红外图像以及所述可见光图像各自的区域内的图像特征量是所述区域内的亮度。

[0052] 红外图像的炫光区域内的图像特征量、和与该炫光区域对应的可见光图像的区域内的图像特征量的相关处于低的倾向。因此,在红外图像中,通过将亮度高且该图像特征量的相关低的区域检测为炫光区域,能更适当地检测炫光区域。

[0053] 另外也可以,所述处理器,在所述炫光区域的检测中,对所述红外图像当中具有第1阈值以上的亮度的至少1个高亮度区域分别进行(i)通过对该高亮度区域内的图像进行CENSUS变换来取得第1变换图像,(ii)通过对与该高亮度区域对应的所述可见光图像的区域内的图像进行CENSUS变换来取得第2变换图像,将至少1个所述高亮度区域当中所述第1变换图像与所述第2变换图像之间的汉明距离超过第3阈值的高亮度区域检测为所述炫光区域。

[0054] 由此,能适当地检测炫光区域。

[0055] 另外也可以,所述处理器,在所述炫光区域的纵深的估计中,估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,通过将所述红外图像、所述可见光图像、所述炫光区域以及所述纵深信息输入到学习模型,来补正由所述纵深信息表示的所述炫光区域内的各位置处的纵深。

[0056] 由此,通过使学习模型预先学习,以使针对红外图像、可见光图像、炫光区域以及纵深信息的输入而输出炫光区域内的各位置处的正解的纵深,能适当地补正从红外图像估计的纵深信息。即,能适当地补正由纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深。

[0057] 另外也可以,本公开的其他方案所涉及的纵深取得装置具备存储器和处理器,所述处理器,取得表示光源对被摄体照射红外光的定时的定时信息,取得红外图像,所述红外图像通过与由所述定时信息表示的所述定时相应且包含所述被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持于存储器,取得可见光图像,所述可见光图像通过与所述红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持于存储器,估计表示所述红外图像内的各位置处的纵深的纵深信息,通过将所述红外图像、所述可见光图像以及所述纵深信息输入到学习模型来补正由所述纵深信息表示的所述红外图像的炫光区域内的各位置处的纵深。

[0058] 由此,若使学习模型预先学习,以使针对红外图像、可见光图像以及纵深信息的输入而输出红外图像的炫光区域内的各位置处的正解的纵深,能适当地补正从红外图像估计的纵深信息。即,不检测炫光区域就能适当地补正由纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深。

[0059] 另外,本公开的其他方案所涉及的纵深取得装置具备存储器和处理器,所述处理器,取得所述存储器中所保持的红外图像,在此,所述红外图像通过基于红外光的摄像而得

到,取得所述存储器中所保持的可见光图像,在此,所述可见光图像在与所述红外图像实质相同的视点以及摄像时刻通过基于可见光的摄像而得到,从所述红外图像将映出炫光的区域检测为炫光区域,基于所述可见光图像来估计所述炫光区域的纵深。另外,对于所述可见光图像以及所述红外图像分别在分成炫光区域和其他区域时,所述炫光区域基于所述可见光图像来估计纵深,其他区域基于所述红外图像来估计纵深。

[0060] 由此,与本公开的上述一个方案所涉及的纵深取得装置同样,能适当地取得炫光区域的纵深。

[0061] 另外,这些总括或具体的方案可以用系统、方法、集成电路、计算机程序或计算机可读的CD-ROM等记录介质实现,也可以用系统、方法、集成电路、计算机程序或记录介质的任意的组合实现。另外,记录介质可以是非暂时的记录介质。

[0062] 以下参考附图来具体说明实施方式。

[0063] 另外,以下说明的实施方式均表示总括或具体的示例。以下的实施方式所示的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置位置以及连接形态、步骤、步骤的顺序等是一例,并不是限定本公开的主旨。另外,关于以下的实施方式中的构成要素当中未记载于表示最上位概念的独立权利要求的构成要素,说明为任意的构成要素。

[0064] 另外,各图是示意图,不一定是严密的图示。另外,在各图中,对相同构成构件标注相同附图标记。

[0065] (实施方式)

[0066] [硬件结构]

[0067] 图1是表示实施方式所涉及的纵深取得装置1的硬件结构的框图。本实施方式中的纵深取得装置1具有能通过对实质相同的场景且实质相同的视点以及摄像时刻的摄像取得基于红外光(或近红外线光)的图像和基于可见光的图像的硬件结构。另外,所谓实质相同,是指与能起到本公开中的效果的程度相同。

[0068] 如图1所示那样,纵深取得装置1包含光源10、固体摄像元件20、处理电路30、扩散板50、镜头60和带通滤波器70而构成。

[0069] 光源10照射照射光。更具体地,光源10在由处理电路30生成的发光信号表示的定时发出对被摄体照射的照射光。

[0070] 光源10例如包含电容器、驱动电路以及发光元件而构成,通过用蓄积于电容器的电能驱动发光元件而发光。发光元件作为一例而通过激光二极管、发光二极管等实现。另外,光源10可以是包含1种类的发光元件的结构,也可以是包含与目的相应的多种类的发光元件的结构。

[0071] 以下,发光元件例如是发出近红外线光的激光二极管、或发出近红外线光的发光二极管等。但光源10所照射的照射光并不需要限定于近红外线光。光源10所照射的照射光例如可以是近红外线光以外的频带的红外光(也称作红外线光)。以下在本实施方式中,将光源10所照射的照射光说明为红外光,但该红外光可以是近红外线光,也可以是近红外线光以外的频带的红外光。

[0072] 固体摄像元件20对被摄体摄像并输出表示曝光量的摄像信号。更具体地,固体摄像元件20在由处理电路30中生成的曝光信号表示的定时进行曝光,输出表示曝光量的摄像信号。

[0073] 固体摄像元件20具有将使用照射光由被摄体反射了的反射光来进行摄像的第1像素、和对被摄体摄像的第2像素配置为阵列状而成的像素阵列。固体摄像元件20例如可以根据需要具有防护玻璃、AD转换器等逻辑功能。

[0074] 以下,与照射光同样,将反射光作为红外光来进行说明,但反射光只要是照射光由被摄体反射了的光,就不需要限定于红外光。

[0075] 图2是表示固体摄像元件20所具有的像素阵列2的示意图。

[0076] 如图2所示那样,像素阵列2配置成阵列状而构成,使得使用照射光由被摄体反射了的反射光来进行摄像的第1像素21(IR像素)和对被摄体摄像的第2像素22(BW像素)以列为单位交替地排列。

[0077] 另外,在图2中,在像素阵列2中配置成第2像素22和第1像素21排列成在行方向上相邻,并在行方向上排列为条带状,但并不限于此,也可以每隔多行(作为一例是每隔2行)而配置。即,第2像素22排列成在行方向上相邻的第1行和第1像素21排列成在行方向上相邻的第2行可以每隔M行(M是自然数)交替配置。进而,第2像素22排列成在行方向上相邻的第1行和第1像素21排列成在行方向上相邻的第2行也可隔开不同的行(交替重复第1行为N行、第2行为L行(N和L是不同的自然数))配置。

[0078] 第1像素21例如用对作为反射光的红外光有灵敏度的红外光像素实现。第2像素22例如用对可见光有灵敏度的可见光像素实现。

[0079] 红外光像素例如包含仅使红外光透射的光学滤波器(也称作IR滤波器)、微透镜、作为光电变换部的受光元件以及蓄积由受光元件生成的电荷的蓄积部等而构成。因此,由从像素阵列2中所含的多个红外光像素(即第1像素21)输出的摄像信号表现表示红外光的亮度的图像。以下将该红外光的图像也称作IR图像或红外图像。

[0080] 另外,可见光像素例如包含仅使可见光透射的光学滤波器(也称作BW滤波器)、微透镜、作为光电变换部的受光元件以及蓄积由受光元件变换的电荷的蓄积部等而构成。因此,可见光像素即第2像素22输出表示亮度以及色差的摄像信号。即,通过从像素阵列2中所含的多个第2像素22输出的摄像信号来表现表示可见光的亮度以及色差的彩色图像。另外,可见光像素的光学滤波器可以使可见光和红外光双方透射,也可以仅使可见光当中红(R)、绿(G)或蓝(B)等特定的波段的光透射。

[0081] 另外,可见光像素可以仅检测可见光的亮度。在该情况下,可见光像素即第2像素22输出表示亮度的摄像信号。因此,由从像素阵列2中所含的多个第2像素22输出的摄像信号表现表示可见光的亮度的黑白的图像、换言之单色的图像。以下将该单色的图像也称作BW图像。另外,将上述的彩色图像以及BW图像也总称作可见光图像。

[0082] 再次回到图1,继续纵深取得装置1的说明。

[0083] 处理电路30使用由固体摄像元件20输出的摄像信号来运算被摄体所涉及的被摄体信息。

[0084] 处理电路30例如包含微型计算机等运算处理装置。微型计算机包含处理器(微处理器)、存储器等,通过由处理器执行存储于存储器的驱动程序,来生成发光信号以及曝光信号。另外,处理电路30可以使用FPGA或ISP等,可以包含1个硬件,也可以包含多个硬件。

[0085] 处理电路30例如通过使用来自固体摄像元件20的第1像素21的摄像信号进行的TOF测距方式来算出到被摄体的距离。

[0086] 以下参考附图来说明处理电路30所进行的TOF测距方式的到被摄体的距离的算出。

[0087] 图3是处理电路30使用TOF测距方式进行到被摄体的距离的算出时的光源10的发光元件的发光定时与固体摄像元件20的第1像素21的曝光定时的关系的定时图。

[0088] 在图3中, T_p 是光源10的发光元件发出照射光的发光期间, T_d 是从光源10的发光元件发出照射光起、到该照射光由被摄体反射的反射光返回固体摄像元件20为止的延迟时间。并且, 第1曝光期间成为与光源10发出照射光的发光期间相同的定时, 第2曝光期间成为从第1曝光期间的结束时间点到经过发光期间 T_p 为止的定时。

[0089] 在图3中, q_1 表示第1曝光期间内的反射光所引起的固体摄像元件20的第1像素21中的曝光量的总量, q_2 表示第2曝光期间内的反射光所引起的固体摄像元件20的第1像素21中的曝光量的总量。

[0090] 通过在图3所示的定时进行光源10的发光元件所进行的照射光的发光和固体摄像元件20的第1像素21所进行的曝光, 将光速设为 c , 则到被摄体的距离 d 能用以下的(式1)示出。

[0091]
$$d = c \times T_p / 2 \times q_2 / (q_1 + q_2) \cdots \text{(式1)}$$

[0092] 为此, 处理电路30通过利用(式1), 能使用来自固体摄像元件20的第1像素21的摄像信号来算出到被摄体的距离。

[0093] 另外, 固体摄像元件20的多个第1像素21可以在第1曝光期间以及第2曝光期间的结束后仅在第3曝光期间 T_p 曝光。多个第1像素21能根据在该第3曝光期间 T_p 得到的曝光量来检测反射光以外的噪声。即, 处理电路30通过在上述(式1)中分别从第1曝光期间的曝光量 q_1 以及第2曝光期间的曝光量 q_2 删除噪声, 能更正确地算出到被摄体的距离 d 。

[0094] 再次回到图1, 继续纵深取得装置1的说明。

[0095] 处理电路30例如可以使用来自固体摄像元件20的第2像素22的摄像信号来进行被摄体的探测、以及到被摄体的距离的算出。

[0096] 即, 处理电路30可以基于由固体摄像元件20的多个第2像素22摄像的可见光图像来进行被摄体的探测以及到被摄体的距离的算出。在此, 被摄体的探测例如可以用被摄体的奇点的边缘检测以图案识别进行形状的判别, 从而实现, 也可以利用事前进行了学习的学习模型通过深度学习(Deep Learning)等处理实现。另外, 到被摄体的距离的算出可以使用世界坐标变换进行。当然, 也可以不仅利用可见光图像, 还利用由第1像素21摄像的红外光的亮度、距离信息, 通过多模态的学习处理来实现被摄体的探测。

[0097] 处理电路30生成表示进行发光的定时的发光信号和表示进行曝光的定时的曝光信号。然后, 处理电路30将生成的发光信号向光源10输出, 将生成的曝光信号向固体摄像元件20输出。

[0098] 处理电路30例如可以通过生成并输出发光信号, 使得以给定的周期使光源10发光, 生成并输出曝光信号, 使得以给定的周期使固体摄像元件20曝光, 从而使纵深取得装置1实现基于给定的帧频的连续摄像。另外, 处理电路30例如包含处理器(微处理器)、存储器等, 通过由处理器执行存储于存储器的驱动程序来生成发光信号以及曝光信号。

[0099] 扩散板50调整照射光的强度分布和角度。另外, 在强度分布的调整中, 扩散板50使来自光源10的照射光的强度分布一样。另外, 在图1所示的示例中, 纵深取得装置1具备扩散

板50,但也可以不具备该扩散板50。

[0100] 镜头60是使从纵深取得装置1的外部进入的光在固体摄像元件20的像素阵列2的表面聚光的光学透镜。

[0101] 带通滤波器70是使作为反射光的红外光、和可见光透射的光学滤波器。另外,在图1所示的示例中,纵深取得装置1具备带通滤波器70,但也可以不具备该带通滤波器70。

[0102] 上述结构的纵深取得装置1被搭载于运输设备而利用。例如纵深取得装置1搭载于在路面行驶的车辆而利用。另外,搭载纵深取得装置1的运输设备不一定需要限定于车辆。纵深取得装置1例如也可以搭载于摩托车、船、飞机等这样的车辆以外的运输设备来利用。

[0103] [纵深取得装置的概要]

[0104] 本实施方式中的纵深取得装置1用图1所示的硬件结构,通过对实质相同的场景且实质相同的视点以及相同时刻的摄像来取得IR图像和BW图像。然后,纵深取得装置1使用BW图像来补正从该IR图像得到的该IR图像内的各位置中的纵深。具体地,在IR图像中存在后述的炫光区域的情况下,纵深取得装置1使用与该炫光区域对应的BW图像的区域内的图像来补正从该IR图像得到的炫光区域内的各位置中的纵深。

[0105] 图4是表示纵深取得装置1的功能结构的一例的框图。

[0106] 纵深取得装置1具备光源101、IR摄像机102、BW摄像机103、纵深估计部111和炫光检测部112。

[0107] 光源101可以包含图1所示的光源10以及扩散板50。

[0108] IR摄像机102可以包含图1所示的固体摄像元件20的多个第1像素21、镜头60以及带通滤波器70。这样的IR摄像机102通过对应于光源101对被摄体照射红外光的定时进行包含该被摄体的场景的基于红外光的摄像,来取得IR图像。

[0109] BW摄像机103可以包含图1所示的固体摄像元件20的多个第2像素22、镜头60以及带通滤波器70。这样的BW摄像机103通过进行与红外图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与该红外图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像,来取得可见光图像(具体是BW图像)。

[0110] 纵深估计部111以及炫光检测部112可以作为图1所示的处理电路30的功能、具体地是处理器110的功能而实现。

[0111] 炫光检测部112基于通过IR摄像机102的摄像得到的IR图像和通过BW摄像机103的摄像得到的BW图像,来从IR图像检测炫光区域。

[0112] 本实施方式中的炫光区域是产生炫光、鬼影、亮度的饱和或亮线的区域。炫光是在将IR摄像机102的镜头朝向强的光源方向时在镜头面或镜筒反射有害光而产生的光的过感光。另外,在炫光中,图像变得发白,失去锐度。鬼影是炫光的一种,是在镜头面复杂地重复反射的光被清晰地作为图像而拍到的现象。亮线是在用摄像机对与周围相比具有给定以上的明亮度的差的被摄体拍摄时产生直线状的白部分的现象。

[0113] 另外,在本公开中,将包含炫光、鬼影、亮度的饱和以及亮线当中至少1者的现象称作炫光等。

[0114] 纵深估计部111对包含由炫光检测部112检测到的炫光区域在内的R图像内的各位置处的纵深进行估计。具体地,纵深估计部111取得通过与光源101对被摄体照射红外光的定时相应地由IR摄像机102进行摄像而得到的IR图像,基于该IR图像来估计IR图像内的各

位置处的纵深。进而,纵深估计部111基于BW图像来对在由炫光检测部112检测到的炫光区域中估计的各位置处的纵深进行补正。即,纵深估计部111基于IR图像、BW图像以及炫光区域来估计炫光区域的纵深。

[0115] 图5是表示纵深取得装置1的功能结构的其他示例的框图。

[0116] 纵深取得装置1可以具备存储器200和处理器110。

[0117] 另外可以,处理器110不仅具备纵深估计部111以及炫光检测部112,还如图5所示那样具备发光定时取得部113、IR图像取得部114以及BW图像取得部115。另外,这些构成要素作为处理器110的功能而实现。

[0118] 发光定时取得部113取得表示光源101对被摄体照射红外光的定时的定时信息。即,发光定时取得部113通过将图1所示的发光信号输出到光源101,来取得表示该输出的定时的信息,作为上述的定时信息。

[0119] IR图像取得部114取得IR图像,其中该IR图像通过与由该定时信息表示的定时相应的、包含被摄体的场景的基于红外光的摄像而得到,并被保持在存储器200。

[0120] BW图像取得部115取得BW图像,其中该BW图像通过与上述的IR图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与该IR图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持在存储器200。

[0121] 炫光检测部112如上述那样从IR图像检测炫光区域,纵深估计部111基于该IR图像、BW图像以及炫光区域来估计纵深。

[0122] 另外也可以,本实施方式中的纵深取得装置1不具备光源101、IR摄像机102以及BW摄像机103,而是包含处理器110以及存储器200。

[0123] 图6是表示纵深取得装置1的整体的处理动作的流程图。

[0124] (步骤S11)

[0125] 首先,光源101通过进行发光来对被摄体照射红外光。

[0126] (步骤S12)

[0127] 接下来IR摄像机102取得IR图像。即,IR摄像机102对包含由光源101照射红外光的被摄体的场景摄像。由此,IR摄像机102取得基于从被摄体反射的红外光的IR图像。具体地,IR摄像机102取得通过图3所示的第1曝光期间、第2曝光期间以及第3曝光期间各自的定时和曝光量而得到的IR图像。

[0128] (步骤S13)

[0129] 接下来BW摄像机103取得BW图像。即,BW摄像机103取得与步骤S12中取得的IR图像对应的BW图像、即与该IR图像相同场景以及相同视点的BW图像。

[0130] (步骤S14)

[0131] 然后,炫光检测部112从步骤S12中取得的IR图像检测炫光区域。

[0132] (步骤S15)

[0133] 接下来,纵深估计部111基于步骤S12中取得的IR图像、步骤S13中取得的BW图像以及步骤S14中检测到的炫光区域来估计炫光区域的纵深。

[0134] 图7是表示纵深取得装置1的处理器110的整体的处理动作的流程图。

[0135] (步骤S21)

[0136] 首先,处理器110的发光定时取得部113取得表示光源101对被摄体照射红外光的

定时的定时信息。

[0137] (步骤S22)

[0138] 接下来,IR图像取得部114从与由步骤S21中取得的定时信息表示的定时相应地进行了摄像的IR摄像机102取得IR图像。例如IR图像取得部114在从发光定时取得部113输出图1所示的发光信号的定时将曝光信号输出到IR摄像机102。由此,IR图像取得部114使IR摄像机102开始摄像,从该IR摄像机102取得通过该摄像得到的IR图像。这时,IR图像取得部114可以经由存储器200从IR摄像机102取得IR图像,也可以从IR摄像机102直接取得。

[0139] (步骤S23)

[0140] 接下来,BW图像取得部115从BW摄像机103取得与步骤S22中取得的IR图像对应的BW图像。这时,BW图像取得部115可以经由存储器200从BW摄像机103取得BW图像,也可以从BW摄像机103直接取得。

[0141] (步骤S24)

[0142] 然后,炫光检测部112从IR图像检测炫光区域。

[0143] (步骤S25)

[0144] 接下来,纵深估计部111基于步骤S22中取得的IR图像、步骤S23中取得的BW图像以及步骤S24中检测到的炫光区域来估计炫光区域的纵深。由此,至少算出表示该炫光区域的纵深的纵深信息。另外,这时,纵深估计部111可以不仅估计炫光区域,还估计IR图像的整体的纵深,算出表示该估计结果的纵深信息。

[0145] 具体地,本实施方式中的纵深估计部111从步骤S22中取得的IR图像估计该IR图像内的各位置处的纵深。然后,纵深估计部111使用BW图像来补正炫光区域内的各位置处的纵深。另外,各位置可以是多个像素各自的位置,也可以是包含多个像素的块的位置。

[0146] 在这样的本实施方式中的纵深取得装置1中,从IR图像检测炫光区域,在该炫光区域中,不仅基于IR图像还基于BW图像来估计纵深,因此能适当地取得该炫光区域的纵深。即,在IR图像和BW图像中,成为摄像的对象场景实质相同,视点以及摄像时刻也实质相同。因此,IR图像和BW图像有高的相关。另外,炫光等是依赖于波长的现象,即使在IR图像产生炫光等,在BW图像不产生炫光等的可能性也高。因此,能与炫光区域对应的BW图像内的区域(即对应区域)弥补该炫光区域中缺失的信息。其结果,能适当地取得炫光区域的纵深。

[0147] [纵深取得装置的具体功能结构]

[0148] 图8是表示纵深取得装置1的处理器110的具体功能结构的框图。

[0149] 处理器110具备第1纵深估计部111a、第2纵深估计部111b、炫光检测部112、高亮度区域检测部116、第1边缘检测部117IR、第2边缘检测部117BW以及输出部118。另外,第1纵深估计部111a以及第2纵深估计部111b相当于图5所示的纵深估计部111。另外,处理器110可以具备上述的发光定时取得部113、IR图像取得部114以及BW图像取得部115。

[0150] 高亮度区域检测部116在IR图像中将有第1阈值以上的亮度的区域检测为高亮度区域。第1边缘检测部117IR检测位于IR图像的边缘。第2边缘检测部117BW检测位于BW图像的边缘。

[0151] 炫光检测部112对IR图像内的至少1个高亮度区域分别将该高亮度区域检测的边缘和对与该高亮度区域对应的BW图像内的区域检测的边缘进行比较。通过该比较,炫光检测部112判定高亮度区域是否是炫光区域。即,通过该判定来检测炫光区域。换言之,炫光

检测部112通过将摄像的IR图像判别为炫光区域和不是炫光区域的非炫光区域,来进行IR图像的区域分割。

[0152] 在此,炫光等是依赖于光的波长的现象。为此,在IR图像中产生的炫光等多不在BW图像产生。通常,已知IR图像和BW图像具有强的相关。但在IR图像中产生的炫光等中,由于IR图像的边缘崩溃,因此产生该炫光等的区域的边缘、和与区域对应的BW图像的区域边缘之间的相关值变低。另外,在产生炫光等的情况下,产生它们的区域的亮度变大。为此,本实施方式中的炫光检测部112利用该关系来从被摄像到的IR图像判别炫光区域。

[0153] 即,本实施方式中的炫光检测部112将IR图像当中具有第1阈值以上的亮度且满足预先规定的条件的区域检测为炫光区域。该预先规定的条件是IR图像的区域内的图像特征量、和与该区域对应的BW图像的区域内的图像特征量之间的相关值小于第2阈值的条件。在此,IR图像以及BW图像各自的区域内的图像特征量是该区域内的图像中所含的边缘。另外,与IR图像的区域对应的BW图像的区域是位于与IR图像的区域在空间上相同的位置、具有与IR图像的区域相同形状以及尺寸的区域。

[0154] 如上述那样,IR图像的炫光区域内的图像特征量、和与该炫光区域对应的BW图像的区域内的图像特征量的相关性处于低的倾向。因此,在本实施方式中,通过在IR图像中,将亮度高且该图像特征量的相关性低的区域检测为炫光区域,能更适当地检测炫光区域。

[0155] 第1纵深估计部111a以及第2纵深估计部111b具有作为上述的纵深估计部111的功能。

[0156] 第1纵深估计部111a基于与光源101的红外光的照射的定时相应地而取得的IR图像来估计该IR图像内的各位置处的纵深。第1纵深估计部111a将表示估计出的该IR图像内的各位置处的纵深的信息作为第1纵深信息而输出。即,第1纵深估计部111a估计表示IR图像内的各位置处的纵深的第1纵深信息。

[0157] 第2纵深估计部111b基于BW图像和IR图像内的炫光区域来补正第1纵深信息。由此,对由第1纵深信息表示的、IR图像内的各位置处的纵深当中炫光区域的纵深进行补正。第2纵深估计部111b将表示该炫光区域内的各位置处的补正后的纵深的信息作为第2纵深信息而输出。即,第2纵深估计部111b通过基于BW图像补正由第1纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深,来估计表示该炫光区域内的各位置处的补正后的纵深的第2纵深信息。

[0158] 输出部118将由第1纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深置换成由第2纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的补正后的纵深。由此,生成包含由第1纵深信息表示的、IR图像的炫光区域以外的各位置处的纵深、和由第2纵深信息表示的、IR图像的炫光区域内的各位置处的补正后的纵深的第3纵深信息。输出部118输出该第3纵深信息。

[0159] 由此,第3纵深信息表示从该IR图像得到的纵深,作为IR图像的炫光区域外的纵深,表示从该IR图像得到并基于BW图像补正过的纵深,作为IR图像的炫光区域的纵深。因此,在本实施方式中,在IR图像中有炫光区域的情况下,也能适当地估计该IR图像的整体纵深。

[0160] 图9A表示IR图像的一例。图9B表示BW图像的一例。

[0161] 如图9B所示那样,在BW图像中映出在道路配置标牌的场景。标牌例如包含易于反射红外光的材料。为此,若IR摄像机102从与BW摄像机103的视点相同视点对与该图9B所示

的场景相同的场景摄像,就取得图9A所示的IR图像。

[0162] 上述那样取得的IR图像如图9A所示那样,在包含BW图像的相当于标牌的范围在内的区域中产生高的亮度的炫光。这是因为,由于来自光源101的红外光在道路的标牌进行正反射,强的强度的红外光作为反射光入射到IR摄像机102。另外,易于反射红外光的材料经常使用在工地的作业人员所穿的衣服或沿着道路立设的多个杆子等中。因此,在对包含使用这样的材料的被摄体的场景摄像的情况下,在IR图像中产生炫光等的可能性高。但在BW图像中产生炫光等的可能性低。其结果,IR图像的炫光区域的图像特征量、和与该炫光区域对应的BW图像的区域图像特征量之间的相关性变低。另一方面,IR图像的炫光区域以外的区域(即非炫光区域)的图像特征量、和与该非炫光区域对应的BW图像的区域图像特征量之间的相关性变高。

[0163] 图10表示通过IR图像的二值化得到的二值化图像的一例。

[0164] 高亮度区域检测部116在图9A所示的IR图像中将有第1阈值以上的亮度的区域检测为高亮度区域。即,高亮度区域检测部116将IR图像内的各位置(即各像素)处的亮度二值化。其结果,例如如图10所示那样,而生成包含白色的区域和黑色的区域(图10中打阴影的区域)的二值化图像。

[0165] 图11表示IR图像内的高亮度区域的一例。

[0166] 高亮度区域检测部116将二值化图像内的白色的区域检测为高亮度区域。例如在如图11所示那样在二值化图像中包含6个白色的区域的情况下,高亮度区域检测部116将6个白色的区域检测为高亮度区域A~F。即,将IR图像或二值化图像区域分割成6个高亮度区域A~F和不是高亮度区域的非高亮度区域。

[0167] 图12表示与IR图像的高亮度区域对应的BW图像的区域。

[0168] 炫光检测部112对二值化图像(即IR图像)内的至少1个高亮度区域分别确定与该高亮度区域对应的BW图像内的区域的图像特征量。另外,图像特征量例如是边缘。另外,与该高亮度区域对应的BW图像内的区域是位于与二值化图像或IR图像内的该高亮度区域在空间上相同的位置、具有与该高亮度区域相同的形状以及尺寸的区域。以下将这样的与IR图像的区域对应的BW区域内的区域也称作对应区域。

[0169] 例如在如图11所示那样检测到高亮度区域A~F的情况下,炫光检测部112确定BW图像当中与这些高亮度区域A~F分别对应的区域的图像特征量。

[0170] 图13表示从IR图像检测到的炫光区域的一例。

[0171] 炫光检测部112对高亮度区域A~F分别判定该高亮度区域是否是炫光区域。即,炫光检测部112通过将IR图像内的高亮度区域A的图像特征量、和与该高亮度区域A对应的BW图像内的对应区域的图像特征量进行比较,来判定该高亮度区域是否是炫光区域。其结果,例如如图13所示那样,炫光检测部112将高亮度区域A~F当中高亮度区域A、C、D以及E判定为是炫光区域。

[0172] 图14示出纵深取得装置1的仿真结果。

[0173] 纵深取得装置1通过BW摄像机103的摄像取得图14的(a)所示的BW图像,进而通过IR摄像机102的摄像取得图14的(b)所示的IR图像。该BW图像以及IR图像是通过在相同视点以及摄像时刻对相同场景摄像而得到的图像。在图14的(b)所示的示例中,在IR图像的右端产生大的炫光区域。

[0174] 第1纵深估计部111a通过从该IR图像估计纵深来生成图14的(c)所示的第1纵深信息。该第1纵深信息表现为由亮度表示IR图像内的各位置处的纵深的第1纵深图像。在该第1纵深图像中,炫光区域的纵深被不适当地表现。

[0175] 第2纵深估计部111b对该炫光区域中的不适当的纵深进行补正。然后,输出部118如图14的(e)所示那样,生成表示该炫光区域的补正过的纵深和非炫光区域的纵深的第3纵深信息。该第3纵深信息也与第1纵深信息同样,表现为由亮度表示纵深的第3纵深图像。另外,第2纵深估计部111b可以基于BW图像的对应区域的图像特征量也补正第1纵深图像中的非炫光区域的纵深。

[0176] 如此地,在本实施方式中的纵深取得装置1中,在包含炫光区域的图像整体中,能使第3纵深图像接近于图14的(d)所示的正解的纵深图像。

[0177] [纵深取得装置的具体处理流程]

[0178] 图15是表示图8所示的纵深取得装置1的整体的处理动作的流程图。

[0179] (步骤S31)

[0180] 首先,高亮度区域检测部116从IR图像检测高亮度区域。

[0181] (步骤S32)

[0182] 第1边缘检测部117IR检测位于IR图像的边缘。

[0183] (步骤S33)

[0184] 第2边缘检测部117BW检测位于BW图像的边缘。

[0185] (步骤S34)

[0186] 炫光检测部112通过对IR图像的至少1个高亮度区域分别比较该高亮度区域内的边缘和BW图像的对应区域内的边缘,来检测IR图像内的炫光区域。即,炫光检测部112在高亮度区域内的边缘与BW图像的对应区域内的边缘之间的相关值小于第2阈值的情况下,将该高亮度区域检测为炫光区域。由此,IR图像被区域分割成至少1个炫光区域和非炫光区域。

[0187] (步骤S35)

[0188] 第1纵深估计部111a例如使用TOF来从IR图像生成第1纵深信息。

[0189] (步骤S36)

[0190] 第2纵深估计部111b基于IR图像的第1纵深信息和BW图像来生成表示炫光区域的纵深的第2纵深信息。

[0191] (步骤S37)

[0192] 输出部118通过将由该第1纵深信息表示的炫光区域的纵深替换成由第2纵深信息表示的纵深,来生成第3纵深信息。

[0193] 图16是表示图15的步骤S31~S34的详细处理的流程图。

[0194] (步骤S41)

[0195] 首先,高亮度区域检测部116判定IR图像内的各位置处的亮度是否是第1阈值以上。在此,例如若IR图像是12比特灰度的图像,则第1阈值是1500程度。当然,该第1阈值可以是按照环境条件或IR摄像机102的设定而变化的值。例如,在对夜晚这样的暗的场景摄像的情况下,由于IR图像整体的亮度变低,因此第1阈值可以是比对白天的明亮的场景摄像的情况小的值。另外,在IR摄像机102的曝光时间长的情况下,由于IR图像整体的亮度变高,因此

第1阈值可以是比曝光时间短的情况大的值。

[0196] (步骤S42)

[0197] 在此,若判定为哪个位置处亮度都不是第1阈值以上(步骤S41“否”),则高亮度区域检测部116判定为在该IR图像中未产生炫光(步骤S42)。即,将IR图像的整体判定为非炫光区域。

[0198] (步骤S43)

[0199] 另一方面,若判定为任意位置处亮度是第1阈值以上(步骤S41“是”),则高亮度区域检测部116对IR图像进行区域分割。即,高亮度区域检测部116将IR图像分割成至少1个高亮度区域和高亮度区域以外的区域。在该区域分割中例如可以利用SuperPixel等基于亮度的手法。

[0200] (步骤S44)

[0201] 接下来,第1边缘检测部117IR以及第2边缘检测部117BW对IR图像以及BW图像分别进行边缘检测。在边缘检测中可以利用Canny法或Sobel滤波器等。

[0202] (步骤S45)

[0203] 炫光检测部112对IR图像的至少1个高亮度区域分别比较该高亮度区域内的边缘、和与该高亮度区域对应的BW图像的区域内的边缘进行比较。即,炫光检测部112判定IR图像的高亮度区域内的边缘与BW图像的对应区域内的边缘之间的相关值是否是第2阈值以上。将通过分别对IR图像和BW图像的边缘检测而输出的各值按每个区域矢量状排列,将其内积值归一化,由此求取相关值。即,炫光检测部112将包含通过IR图像的高亮度区域内的边缘检测而得到的多个值的矢量、与包含通过与该高亮度区域对应的BW图像的区域内的边缘检测而得到的多个值的矢量的内积值归一化。由此算出对高亮度区域的相关值。

[0204] (步骤S46)

[0205] 在此,若判定为相关值不是第2阈值以上,即小于第2阈值(步骤S45“否”),则炫光检测部112将该高亮度区域判定为炫光区域。即,由于炫光等的影响而在产生IR图像内的炫光等的区域与BW图像的对应区域之间边缘的相关消失,因此炫光检测部112将IR图像内的该高亮度区域判别为炫光区域。

[0206] 另一方面,炫光检测部112若在步骤S45判定为相关值是第2阈值以上,即并非小于第2阈值(步骤S45“是”),则在该高亮度区域中,判定为未产生炫光等。即,炫光检测部112将该高亮度区域判定为非炫光区域。

[0207] 在这样的手法中,需要视点位置实质相等的IR图像和BW图像。在本实施方式中的纵深取得装置1中,对每个像素,将在该像素中所用的滤波器设定为IR滤波器以及BW滤波器的任一者。即,如图2所示那样,具有IR滤波器的第1像素21和具有BW滤波器的第2像素22在列方向上交替排列。由此,由于能取得实质上相同视点的IR图像和BW图像,因此能适当地判别炫光区域。

[0208] <利用亮度的相关>

[0209] 在以上的说明中,在炫光区域和非炫光区域的判别中利用了边缘,但在该判别中也可以不利用边缘。例如可以利用IR图像和BW图像各自的亮度本身的相关值。如前述那样,在未产生炫光等的情况下,IR图像和BW图像具有强的相关性,但在产生炫光等的区域中,相关性变弱。为此,通过利用IR图像和BW图像各自的亮度的相关性,能适当地判别炫光区域。

[0210] 图17是表示取代图15的步骤S31~S34的处理的一例的流程图。即,图17是表示利用了IR图像和BW图像各自的亮度的相关性的炫光区域的检测处理的流程图。另外,在图17中,在与图16相同步骤中,标注相同附图标记,省略详细的说明。图17所示的流程图与图16所示的流程图不同,不含步骤S44,取代步骤S45而包含步骤S45a。

[0211] (步骤S45a)

[0212] 炫光检测部112在步骤S45a中对通过步骤S43的区域分割而得到的各高亮度区域计算该高亮度区域中的各像素的亮度、和与该高亮度区域对应的BW图像的区域中的各像素的亮度之间的相关值。将IR图像和BW图像各自的各像素的亮度按每个区域矢量状排列,将其内积值以像素数进行归一化,由此求取相关值。即,炫光检测部112将包含IR图像的高亮度区域中的各像素的亮度的矢量与包含BW图像的对应区域中的各像素的亮度的矢量的内积值进行归一化。由此,算出对该高亮度区域的相关值。

[0213] 在此,在相关值为第2阈值以上、即并非小于第2阈值的情况下(步骤S45a“是”),炫光检测部112判定为在该高亮度区域中未产生炫光等(步骤S42)。另一方面,在相关值小于第2阈值的情况下(步骤S45a“否”),由于炫光等的影响而IR图像的高亮度区域内的各像素的亮度与BW图像的对应区域内的各像素的亮度的相关性变低。因此,在这样的情况下,炫光检测部112将该高亮度区域判别为炫光区域(步骤S46)。

[0214] 即,为了炫光区域的检测而用的IR图像以及BW图像各自的区域内的图像特征量在图16所示的示例中是该区域内的图像中所含的边缘,但在图17所示的示例中是该区域内的亮度。在此,如上述那样,IR图像的炫光区域内的亮度、和与该炫光区域对应的BW图像的区域内的亮度的相关性处于低的倾向。因此,在IR图像中,通过将亮度高且该亮度的相关性低的区域检测为炫光区域,从而能更适当地检测炫光区域。

[0215] <利用CENSUS变换>

[0216] 当然,用于炫光区域和非炫光区域的判别的评价值不需要是相关值。例如可以利用汉明距离以及CENSUS变换。关于CENSUS变换,例如在非专利文献(R.Zabih and J.Woodfill,“Non-parametric Local Transforms for Computing Visual Correspondence”,Proc.of ECCV,pp.151-158,1994)中公开。CENSUS变换在图像中设定窗口,将该窗口的中心像素与周边像素的大小关系变换成二进制矢量。

[0217] 图18是表示取代图15的步骤S31~S34的处理的其他示例的流程图。即,图18是表示IR图像和BW图像各自的利用了CENSUS变换的炫光区域的检测处理的流程图。另外,在图18中,对与图16相同步骤赋予相同附图标记,省略详细的说明。图18所示的流程图与图16所示的流程图不同,取代步骤S44以及S45而包含步骤S44b以及S45b。

[0218] (步骤S44b)

[0219] 炫光检测部112在步骤S44b中关于通过步骤S43的区域分割而得到的各高亮度区域分别对IR图像当中该高亮度区域的图像和BW图像当中对应区域的图像进行CENSUS变换。由此生成对IR图像当中该高亮度区域的图像的CENSUS变换图像和对BW图像当中对应区域的图像的CENSUS变换图像。

[0220] (步骤S45b)

[0221] 接下来,炫光检测部112在步骤S45b中计算步骤S44b中求得的IR图像的CENSUS变换图像与BW图像的CENSUS变换图像之间的汉明距离。然后,炫光检测部112在将该汉明距离

以高亮度区域的像素数进行归一化的值是第3阈值以下的情况下(步骤S45b“是”),判别为在该高亮度区域中未产生炫光等(步骤S42)。另一方面,在进行了归一化的汉明距离的值比第3阈值大的情况下(步骤S45b“否”),炫光检测部112判断为由于炫光等的影响而在该高亮度区域的图像中纹理(texture)消失。其结果,炫光检测部112将该高亮度区域判别为炫光区域(步骤S46)。

[0222] 即,炫光检测部112对IR图像当中具有第1阈值以上的亮度的至少1个高亮度区域分别通过对该高亮度区域内的图像进行CENSUS变换来取得第1变换图像。然后,炫光检测部112通过对与该高亮度区域对应的BW图像的区域内的图像进行CENSUS变换来取得第2变换图像。另外,第1变换图像以及第2变换图像是上述的CENSUS变换图像。接下来,炫光检测部112将至少1个高亮度区域当中第1变换图像与第2变换图像之间的汉明距离超过第3阈值的高亮度区域检测为炫光区域。如此地使用CENSUS变换,也能适当地检测炫光区域。

[0223] <利用IR图像的亮度>

[0224] 在图17所示的示例中,在炫光区域和非炫光区域的判别中利用IR图像的亮度、与IR图像和BW图像的亮度之间的相关值,但也可以仅利用IR图像的亮度。

[0225] 图19是表示取代图15的步骤S31~S34的处理的其他示例的流程图。即,图19是表示仅利用IR图像的亮度的炫光区域的检测处理的流程图。另外,在图19中,对与图16相同的步骤标注相同的附图标记,省略详细的说明。在图19所示的流程图中,省去图16所示的步骤S43~S45。

[0226] 即,炫光检测部112在步骤S41中判定IR图像中的像素的亮度是否是第1阈值以上。在此,若判定为该像素的亮度小于第1阈值(步骤S41“否”),则炫光检测部112判别为在包含该像素的区域中未产生炫光(步骤S42)。另一方面,若判定为该像素的亮度是第1阈值以上(步骤S41“是”),则炫光检测部112判别为在包含该像素的区域中产生炫光。即,炫光检测部112将该区域判别为炫光区域(步骤S46)。

[0227] 即,在图19所示的示例中,炫光检测部112将IR图像当中具有1阈值以上的亮度的区域检测为炫光区域。由于炫光区域内的亮度处于比炫光区域外的亮度高的倾向,因此,通过将IR图像当中有第1阈值以上的亮度的区域检测为炫光区域,能适当地检测炫光区域。

[0228] 另外,在炫光区域和非炫光区域的判别中,可以利用学习处理来实现。在学习处理中,例如利用深度学习(Deep Learning)等处理即可。在该情况下,为了学习,事前准备IR图像以及BW图像、和将该IR图像分割成炫光区域和非炫光区域的正解图像。接下来,作为输入而将该IR图像以及BW图像提供给学习模型。然后,使该学习模型学习,以使得针对该输入的从学习模型的输出与正解图像一致。例如学习模型是神经网络。从该学习模型的输出是按每个像素示出数值“0”或数值“1”的图像,数值“0”表示该像素属于非炫光区域,数值“1”表示该像素属于炫光区域。

[0229] 炫光检测部112通过利用如此事前进行过学习的学习模型来进行炫光区域和非炫光区域的判别。即,炫光检测部112将IR图像和BW图像作为输入而输入到学习模型。然后,炫光检测部112将包含与从学习模型输出的数值“0”对应的像素的区域判别为非炫光区域。进而,炫光检测部112将包含与从学习模型输出的数值“1”对应的像素的区域判别为炫光区域。

[0230] 通过以上的处理,炫光检测部112将被摄像的IR图像分割成产生炫光等的炫光区

域、和非炫光区域。

[0231] <纵深补正处理>

[0232] 第2纵深估计部111b利用BW图像、第1纵深信息以及炫光区域(即上述的区域的判别结果)来生成第2纵深信息。

[0233] 炫光等是依赖于光的波长的现象。为此,在IR图像中产生的炫光等多不在BW图像中产生。为此,仅在炫光区域不是从IR图像求得的第1纵深信息,通过利用BW图像来补正第1纵深信息,能取得不受在IR图像中产生的炫光等的影响的第2纵深信息。

[0234] 在第2纵深信息的取得中,可以利用图像补正滤波器的一种的导向滤波器。关于导向滤波器,在非专利文献(Kaiming He, Jian Sun and Xiaoou Tang, "Guided Image Filtering", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 35, Iss. 6, PP. 1397-1409, 2013.)中公开。导向滤波器是利用对象图像与参考图像的相关性来补正该对象图像的滤波器。在导向滤波器中,参考图像I和对象图像p如以下的(式2)所示那样假定为用参数a和b表现。

[0235] [数学式1]

$$[0236] \quad q_i = a_k I_i + b_k, \forall i \in \omega_k \quad \dots \text{(式2)}$$

[0237] 在此,q是对对象图像p进行过补正的输出图像,i是各像素的编号, ω_k 表征像素k的周边区域。另外,参数a和b用以下的(式3)表现。

[0238] [数学式2]

$$[0239] \quad a_k = \frac{1}{|\omega|} \frac{\sum_{i \in \omega_k} I_i p_i - \mu_k \bar{p}_k}{\sigma_k^2 + \epsilon}$$

$$[0240] \quad b_k = \bar{p}_k - a_k \mu_k \quad \dots \text{(式3)}$$

[0241] 其中, ϵ 是归一化参数。另外, μ 和 σ 是参考图像的块内的平均和方差,用以下的(式4)计算。

[0242] [数学式3]

$$[0243] \quad \mu_k = \frac{1}{|\omega|} \sum_{i \in \omega_k} I_i$$

$$[0244] \quad \sigma_k^2 = \frac{1}{|\omega|} \sum_{i \in \omega_k} (I_i - \mu_k)^2 \quad \dots \text{(式4)}$$

[0245] 其中,为了抑制求得的参数a和b中所含的噪声,利用平均化的参数,输出如以下的(式5)那样求取。

[0246] [数学式4]

$$[0247] \quad q_i = \bar{a}_k I_i + \bar{b}_k$$

$$[0248] \quad \bar{a}_k = \frac{1}{|\omega|} \sum_{k \in \omega_i} a_k$$

$$[0249] \quad \bar{b}_k = \frac{1}{|\omega|} \sum_{k \in \omega_i} b_k \quad \dots \text{(式5)}$$

[0250] 在本实施方式中,第2纵深估计部111b通过给出BW图像作为参考图像,来补正对象图像即第1纵深信息(或第1纵深图像)。由此生成或取得第2纵深信息。在这样的第2纵深信息的生成中,需要实质视点位置相等的IR图像和BW图像。在本实施方式的纵深取得装置1中,对每个像素,将在该像素中所用的滤波器设定为IR滤波器以及BW滤波器的任一者。即,如图2所示那样,具有IR滤波器的第1像素21和具有BW滤波器的第2像素22在列方向上交替排列。由此,由于能取得实质相同视点的IR图像和BW图像,因此能取得适当的第2纵深信息。

[0251] 当然,第2纵深估计部111b也可以使用导向滤波器以外的处理。例如第2纵深估计部111b可以利用双边滤波器(非专利文献:C.Tomasi,R.Manduchi,“Bilateral filtering for gray and color images”,IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV),pp.839-846,1998)、或Mutual-Structure for Joint Filtering(非专利文献:Xiaoyong Shen,Chao Zhou,Li Xu and Jiaya Jia,“Mutual-Structure for Joint Filtering”,IEEE International Conference on Computer Vision(ICCV),2015.)等的处理。

[0252] 如以上那样,在本实施方式中,在判别为未产生炫光等的区域(即非炫光区域)中利用第1纵深信息,在产生炫光等的区域(即炫光区域)中利用第2纵深信息。由此,即使在IR图像中产生炫光等,也能取得更高精度的纵深信息。

[0253] (变形例1)

[0254] 在上述实施方式中,在第2纵深信息的生成中使用导向滤波器等滤波器,但也可以使用学习模型来生成第2纵深信息。

[0255] 例如可以如非专利文献(Shuran Song,Fisher Yu,Andy Zeng,Angel X.Chang,Manolis Savva and Thomas Funkhouser,“Semantic Scene Completion from a Single Depth Image”,IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR),pp.190-198,2017.)那样,利用作为学习处理的深度学习(Deep Learning)。即,可以使学习模型学习,以使得若输入BW图像和第1纵深信息,就输出第2纵深信息。在上述非专利文献中,提出若输入包含缺损区域的纵深信息和彩色图像就将该纵深信息的缺损区域插补的网络。本变形例中的第2纵深估计部111b对与该非专利文献同样的网络(即学习模型)提供IR图像、BW图像以及第1纵深信息,进而提供由炫光检测部112检测到的炫光区域作为缺损区域的掩模图像。由此,能从该网络取得更高精度的第2纵深信息。

[0256] 图20是表示本变形例中的纵深取得装置1的功能结构的一例的框图。

[0257] 本变形例中的纵深取得装置1具备图8所示的各构成要素,并进一步具备例如包含神经网络等的学习模型104。

[0258] 第2纵深估计部111b对该学习模型104输入IR图像、BW图像以及第1纵深信息这3种类的数据,利用炫光区域作为被补正的掩模区域,来生成第2纵深信息。

[0259] 在学习模型104的学习中,除了IR图像、BW图像以及第1纵深信息以外,还事前准备正解纵深图像。接下来,将IR图像、BW图像、第1纵深信息、和指定炫光区域的掩模图像作为输入而提供给学习模型104。然后,使该学习模型104学习,以使得针对该输入的从学习模型104的输出与正解纵深图像一致。另外,在学习时,随机给予掩模图像。第2纵深估计部111b利用如此地事前进行过学习的学习模型104。即,第2纵深估计部111b通过将IR图像、BW图像、第1纵深信息、和指定炫光区域的掩模图像输入到学习模型104,能取得从该学习模型

104输出的第2纵深信息。

[0260] 如此地,在本变形例中,第2纵深估计部111b估计表示IR图像内的各位置处的纵深的纵深信息,通过将IR图像、BW图像、炫光区域以及该纵深信息输入到学习模型,来补正由该纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深。因此,若使学习模型预先学习,以使得针对IR图像、BW图像、炫光区域以及纵深信息的输入而输出炫光区域内的各位置处的正解的纵深,就能适当地补正从IR图像估计的纵深信息。即,能适当地补正由纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深。

[0261] 如以上那样,第2纵深估计部111b可以利用深度学习(Deep Learning)。在该情况下,不需要直接输出炫光区域,可以通过深度学习(Deep Learning)直接生成第2纵深信息。

[0262] 图21是表示本变形例中的纵深取得装置1的功能结构的其他示例的框图。

[0263] 本变形例中的纵深取得装置1不具备图20所示的各构成要素当中炫光检测部112、高亮度区域检测部116、第1边缘检测部117IR以及第2边缘检测部117BW,而具备这些以外的构成要素。

[0264] 在学习模型104的学习中,与图20所示的示例同样,除了IR图像、BW图像以及第1纵深信息以外,还事前准备正解纵深图像。接下来,将IR图像、BW图像和第1纵深信息作为输入提供给学习模型104。然后,使该学习模型104学习,以使得针对该输入的从学习模型104的输出与正解纵深图像一致。作为学习模型104,可以如非专利文献(Caner Hazirbas, Laura Leal-Taixe and Daniel Cremers C. Hazirbas, "Deep Depth From Focus", In ArXiv preprint arXiv, 1704.01085, 2017.)那样,使用追加了跳过结合的VGG-16网络。变更学习模型104的通道数,以使对该学习模型104,作为输入而给予IR图像、BW图像和第1纵深信息。通过利用如此事前进行过学习的学习模型104,第2纵深估计部111b能通过将IR图像、BW图像和第1纵深信息输入到学习模型104来从该学习模型104简单地取得第2纵深信息。

[0265] 即,图21所示的纵深取得装置1具备存储器和处理器110。另外,图21中虽未图示,但存储器可以如图5所示那样被装载于纵深取得装置1。处理器110取得表示光源101对被摄体照射红外光的定时的定时信息。接下来,处理器110取得IR图像,其中该IR图像通过与由该定时信息表示的定时相应的、包含被摄体的场景的基于红外光的摄像而取得,并被保持在存储器。接下来,处理器110取得BW图像,其中该BW图像通过与该IR图像实质相同的场景的基于可见光的摄像且与该IR图像实质相同的视点以及摄像时刻的摄像而得到,并被保持在存储器。然后,处理器110的第1纵深估计部111a估计表示该IR图像内的各位置处的纵深的纵深信息。第2纵深估计部111b通过将该IR图像、BW图像以及纵深信息输入到学习模型104,来补正由该纵深信息表示的IR图像的炫光区域内的各位置处的纵深。

[0266] 因此,若使学习模型104预先学习,以使得针对IR图像、BW图像以及纵深信息的输入而输出IR图像的炫光区域内的各位置处的正解的纵深,就能适当地补正从IR图像估计的纵深信息。即,不检测炫光区域就能适当地补正由纵深信息表示的炫光区域内的各位置处的纵深。

[0267] (变形例2) <时间方向的利用>

[0268] 在此,炫光检测部112也可以为了炫光区域和非炫光区域的判别而利用时间方向的信息。炫光不是通过被摄体自身而是通过被摄体与光源101的关系而在IR摄像机102内部产生的现象。为此,在IR摄像机102移动的情况下,炫光区域的形状发生变化。为此,炫光检

测部112用上述的手法从IR图像检测炫光区域的候补,根据之前的IR图像中检测到的炫光区域来判定该候补的形状是否发生变化。然后,炫光检测部112若判定为形状未发生变化,则可以判断为该候补不是炫光区域,而是非炫光区域。

[0269] 图22是表示本变形例中的炫光检测部112的处理动作的流程图。

[0270] (步骤S51)

[0271] 首先,炫光检测部112判定在对象帧中是否存在炫光区域的候补。即,炫光检测部112例如判别基于上述的图16~图19所示的流程图而检测到的炫光区域是否不是最终的炫光区域从而作为炫光区域的候补存在于对象帧。另外,对象帧是设为判别对象的IR图像、即判别炫光区域的存在的IR图像。

[0272] (步骤S54)

[0273] 在此,炫光检测部112在对象帧中不存在炫光区域的候补的情况下(步骤S51“否”),判别为在该对象帧(即IR图像)中不存在炫光。

[0274] (步骤S52)

[0275] 另一方面,炫光检测部112在对象帧中存在炫光区域的候补的情况下(步骤S51“是”),判定是否在对象帧之前的帧中也存在炫光区域。另外,对象帧之前的帧是在对象帧之前通过IR摄像机102的摄像取得的IR图像。

[0276] (步骤S55)

[0277] 在此,炫光检测部112在对象帧之前的帧中不存在炫光区域的情况下(步骤S52“否”),判别为检测到的炫光区域的候补是通过炫光产生的区域即炫光区域。

[0278] (步骤S53)

[0279] 另一方面,炫光检测部112在对象帧之前的帧中存在炫光区域的情况下(步骤S52“是”),将对象帧的炫光区域的候补的形状和之前的帧的炫光区域的形状进行比较。在此,在对象帧的炫光区域的候补的形状和之前的帧的炫光区域的形状相似的情况下(步骤S53“是”),炫光检测部112执行步骤S54的处理。即,炫光检测部112将检测到的炫光区域的候补更新为非炫光区域,判别为在该对象帧(即IR图像)中不存在炫光。另一方面,在对象帧的炫光区域的候补的形状和之前的帧的炫光区域的形状不相似的情况下(步骤S53“否”),炫光检测部112执行步骤S55的处理。即,炫光检测部112判别为检测到的炫光区域的候补是通过炫光产生的区域即炫光区域。

[0280] 如此地,本变形例中的炫光检测部112利用时间方向的信息。即,炫光检测部112利用在相互不同的时间取得的各个帧中的炫光区域或其候补的形状。由此,能更高精度地判别炫光区域和非炫光区域。

[0281] 另外,炫光检测部112也可以不是对每帧进行炫光区域的判别,而是对近旁的每多个帧进行炫光区域的判别。另外,近旁的多个帧例如是通过IR摄像机102的摄像在时间上连续取得的多个IR图像。即,炫光检测部112也可以在近旁的多个帧的各自中基于例如上述的图16~图19所示的流程图来检测炫光区域的候补,判别这些候补是否是炫光区域。更具体地,炫光检测部112将各帧中的炫光区域的候补的形状进行比较,在这些炫光区域的候补的形状大致相等的情况下,判别为这些候补不是炫光区域,即,判别为是非炫光区域。另一方面,炫光检测部112在这些炫光区域的候补的形状不相似的情况下,判别为这些候补是炫光区域。

[0282] 另外也可以,炫光检测部112通过判定2个形状的相似度是否是阈值以上,来判定这些形状是否相似。该相似度例如可以作为2个形状的相关值来算出。

[0283] (变形例3)〈多个IR源图像的利用〉

[0284] 上述实施方式和其变形例1以及2中的纵深取得装置1使用IR图像和BW图像来检测炫光区域,但也可以不使用BW图像。本变形例中的纵深取得装置1使用多个IR源图像来检测炫光区域。多个IR源图像例如是在图3所示的第1曝光期间中得到的红外图像和在第2曝光期间中得到的红外图像。

[0285] 即,在本变形例中,在为了利用TOF等来估计第1纵深信息而IR摄像机102在相互不同的定时取得多个红外图像的情况下,利用这些多个红外图像来判别炫光区域和非炫光区域。在以下的说明中,将该多个红外图像的各自称作IR源图像。另外,上述的IR图像能说是由这些多个IR源图像构成。

[0286] 在基于TOF的纵深估计中,存在直接测量发出的光的到达时间的直接TOF、和从由于发光和受光的定时不同而得到的多个IR源图像估计纵深的间接TOF这2种类。在本变形例中,纵深取得装置1从间接TOF时取得的多个IR源图像判别炫光区域和非炫光区域。

[0287] 获得该多个IR源图像的各自的定时、即多个IR源图像各自的受光的定时不同。因此,即使在多个IR源图像当中第1IR源图像产生炫光,在与该第1IR源图像受光的定时不同的第2IR源图像中不产生炫光的可能性也高。为此,本变形例中的纵深取得装置1将通过变更受光的定时而取得的多个IR源图像进行比较,由此判别炫光区域和非炫光区域。由此,能使第3纵深图像接近于图14的(d)所示的正解的纵深图像。

[0288] [纵深取得装置的具体处理流程]

[0289] 图23是表示本变形例中的纵深取得装置1的整体的处理动作的流程图。

[0290] (步骤S31a)

[0291] 首先,高亮度区域检测部116从第1IR源图像检测高亮度区域。

[0292] (步骤S32a)

[0293] 第1边缘检测部117IR检测位于第1IR源图像的边缘。

[0294] (步骤S33a)

[0295] 第2边缘检测部117BW取代BW图像而检测位于第2IR源图像的边缘。

[0296] (步骤S34a)

[0297] 炫光检测部112通过对第1IR源图像的至少1个高亮度区域分别比较该高亮度区域内的边缘和第2IR源图像的对应区域内的边缘,来检测IR图像内的炫光区域。即,炫光检测部112在高亮度区域内的边缘与第2IR源图像的对应区域内的边缘之间的相关值小于第4阈值的情况下,将该高亮度区域检测为炫光区域。由此,将IR图像区域分割成至少1个炫光区域、和非炫光区域。

[0298] (步骤S35)

[0299] 第1纵深估计部111a例如使用TOF来从IR图像生成第1纵深信息。

[0300] (步骤S36)

[0301] 第2纵深估计部111b基于IR图像的第1纵深信息和BW图像来生成表示炫光区域的纵深的第2纵深信息。

[0302] (步骤S37)

[0303] 输出部118通过将由该第1纵深信息表示的炫光区域的纵深替换成由第2纵深信息表示的纵深,来生成第3纵深信息。

[0304] 图24是表示图23的步骤S31a~S34a的详细的处理的流程图。

[0305] (步骤S41a)

[0306] 首先,高亮度区域检测部116判定第1IR源图像内的各位置处的亮度是否是第5阈值以上。在此,例如若第1IR源图像是12比特灰度的图像,则第5阈值可以是1500程度。当然,该第5阈值可以是按照环境条件或IR摄像机102的设定而变化的值。例如在对夜晚这样的暗的场景摄像的情况下,由于第1IR源图像整体的亮度变低,因此第5阈值可以是对白天的明亮的场景摄像的情况小的值。另外,在IR摄像机102的曝光时间长的情况下,由于第1IR源图像整体的亮度变高,因此第5阈值可以是比曝光时间短的情况大的值。

[0307] (步骤S42a)

[0308] 在此,若判定为哪个位置处的亮度都不是第5阈值以上(步骤S41a“否”),则高亮度区域检测部116判定为在使用该第1IR源图像而构成的IR图像中未产生炫光(步骤S42)。即,将IR图像的整体判定为非炫光区域。

[0309] (步骤S43a)

[0310] 另一方面,若判定为任意的位置处的亮度为第5阈值以上(步骤S41a“是”),高亮度区域检测部116就将对1IR源图像进行区域分割。即,高亮度区域检测部116将第1IR源图像分割成至少1个高亮度区域、和高亮度区域以外的区域。在该区域分割中例如可以使用SuperPixel等基于亮度的手法。

[0311] (步骤S44a)

[0312] 接下来,第1边缘检测部117IR以及第2边缘检测部117BW对第1IR源图像以及第2IR源图像分别进行边缘检测。在边缘检测中可以利用Canny法或Sobel滤波器等。

[0313] (步骤S45a)

[0314] 炫光检测部112对第1IR源图像的至少1个高亮度区域分别比较该高亮度区域内的边缘和与该高亮度区域对应的第2IR源图像的区域内的边缘。即,炫光检测部112判定第1IR源图像的高亮度区域内的边缘与第2IR源图像的对应区域内的边缘之间的相关值是否是第4阈值以上。将通过分别对第1IR源图像好第2IR源图像的边缘检测而输出的各值按每个区域矢量状排列,将其内积值归一化,由此求取相关值。即,炫光检测部112将包含通过第1IR源图像的高亮度区域内的边缘检测得到的多个值的矢量与包含通过与该高亮度区域对应的第2IR源图像的区域内的边缘检测得到的多个值的矢量的内积值归一化。由此算出对高亮度区域的相关值。

[0315] (步骤S46a)

[0316] 在此,若判定为相关值不是第4阈值以上、即小于第4阈值(步骤S45a“否”),则炫光检测部112将该高亮度区域判定为炫光区域。即,由于炫光等的影响,在第1IR源图像内的产生炫光等的区域与第2IR源图像的对应区域之间,边缘的相关性消失,因此炫光检测部112将第1IR源图像内的该高亮度区域判别为炫光区域。即,炫光检测部112将IR图像内的该高亮度区域判别为炫光区域。另外,IR图像内的高亮度区域是与第1IR源图像内的高亮度区域相同的区域。

[0317] 另一方面,炫光检测部112若在步骤S45a判定为相关值是第4阈值以上、即并非小

于第4阈值(步骤S45a“是”),则判定为在该高亮度区域未产生炫光等。即,炫光检测部112将该高亮度区域判定为非炫光区域。

[0318] <利用亮度的相关性>

[0319] 在以上的说明中,在炫光区域和非炫光区域的判别中利用了边缘,但也可以在判别中不利用边缘。例如可以利用第1IR源图像和第2IR源图像各自的亮度本身的相关值。如前述那样,在未产生炫光等的情况下,第1IR源图像和第2IR源图像具有强的相关性,但在产生了炫光等的区域,相关性变弱。为此,通过利用第1IR源图像和第2IR源图像各自的亮度的相关性,能适当地判别炫光区域。

[0320] 图25是表示取代图23的步骤S31a~S34a的处理的一例的流程图。即,图25是表示利用了第1IR源图像和第2IR源图像各自的亮度的相关性的炫光区域的检测处理的流程图。另外,在图25中,对与图24相同的步骤标注相同附图标记,省略详细的说明。图25所示的流程图与图24所示的流程图不同,不含步骤S44a,取代步骤S45a而包含步骤S45b。

[0321] (步骤S45b)

[0322] 炫光检测部112在步骤S45b中对通过步骤S43a的区域分割而得到的各高亮度区域计算该高亮度区域中的各像素的亮度、和与该高亮度区域对应的第2IR源图像的区域中的各像素的亮度之间的相关值。将第1IR源图像和第2IR源图像各自的各像素的亮度按每个区域矢量状排列,将其内积值以像素数进行归一化,由此求取相关值。即,炫光检测部112将包含第1IR源图像的高亮度区域中的各像素的亮度的矢量与包含第2IR源图像的对应区域中的各像素的亮度的矢量的内积值归一化。由此算出对该高亮度区域的相关值。

[0323] 在此,在相关值为第4阈值以上、即并非小于第4阈值的情况下(步骤S45b“是”),炫光检测部112判别为在该高亮度区域中未产生炫光等(步骤S42a)。另一方面,在相关值小于第4阈值的情况下(步骤S45b“否”),由于炫光等的影响,第1IR源图像的高亮度区域内的各像素的亮度与第2IR源图像的对应区域内的各像素的亮度的相关性变低。因此,在这样的情况下,炫光检测部112将该高亮度区域判别为炫光区域(步骤S46a)。

[0324] 即,为了炫光区域的检测而用的第1IR源图像以及第2IR源图像各自的区域内的图像特征量在图24所示的示例中是该区域内的图像中所含的边缘,但在图25所示的示例中是该区域内的亮度。在此,如上述那样,第1IR源图像的炫光区域内的亮度、和与该炫光区域对应的第2IR源图像的区域内的亮度的相关性处于低的倾向。因此,在第1IR源图像中,通过将亮度高且该亮度的相关性低的区域检测为炫光区域,能更适当地检测炫光区域。

[0325] <利用CENSUS变换>

[0326] 当然,用于炫光区域和非炫光区域的判别的评价值不需要是相关值。例如,也可以利用前述的汉明距离以及CENSUS变换。

[0327] 图26是表示取代图23的步骤S31a~S34a的处理的其他示例的流程图。即,图26是表示第1IR源图像和第2IR源图像各自的利用了CENSUS变换的炫光区域的检测处理的流程图。另外,在图26中,对与图24相同的步骤赋予相同附图标记,省略详细的说明。图26所示的流程图与图24所示的流程图不同,取代步骤S44a以及S45a而包含步骤S44c以及S45c。

[0328] (步骤S44c)

[0329] 炫光检测部112在步骤S44c中关于通过步骤S43a的区域分割得到的各高亮度区域,对第1IR源图像当中该高亮度区域的图像和第2IR源图像当中对应区域的图像分别进行

CENSUS变换。由此,生成对第1IR源图像当中该高亮度区域的图像的CENSUS变换图像、和对第2IR源图像当中对应区域的图像的CENSUS变换图像。

[0330] (步骤S45c)

[0331] 接下来,炫光检测部112在步骤S45c中计算步骤S44c中求得的第1IR源图像的CENSUS变换图像与第2IR源图像的CENSUS变换图像之间的汉明距离。然后,在将该汉明距离以高亮度区域的像素数归一化的值为第6阈值以下的情况下(步骤S45c“是”),炫光检测部112判别为在该高亮度区域中未产生炫光等(步骤S42a)。另一方面,在归一化了的汉明距离的值比第6阈值大的情况下(步骤S45c“否”),炫光检测部112判断为由于炫光等的影响而在该高亮度区域的图像中纹理消失。其结果,炫光检测部112将该高亮度区域判别为炫光区域(步骤S46a)。

[0332] 即,炫光检测部112对第1IR源图像当中具有第5阈值以上的亮度的至少1个高亮度区域分别通过对该高亮度区域内的图像进行CENSUS变换来取得第1变换图像。然后,炫光检测部112通过对与该高亮度区域对应的第2IR源图像的区域内的图像进行CENSUS变换来取得第2变换图像。另外,第1变换图像以及第2变换图像是上述的CENSUS变换图像。接下来,炫光检测部112将至少1个高亮度区域当中第1变换图像与第2变换图像之间的汉明距离超过第6阈值的高亮度区域检测为炫光区域。如此地使用CENSUS变换,也能适当地检测炫光区域。

[0333] 以上,在本实施方式以及其变形例中的纵深取得装置1中,即使是在IR图像中有炫光区域的情况,也能通过使用BW图像的对应区域的图像来取得该炫光区域内的各位置处的适当的纵深。

[0334] 另外,在上述各实施方式中,各构成要素可以用专用的硬件构成,或通过执行适合各构成要素的软件程序来实现。各构成要素可以通过CPU或处理器等程序执行部将记录于硬盘或半导体存储器等记录介质的软件程序读出并执行来实现。在此,实现上述实施方式以及变形例的纵深取得装置等的软件使计算机执行图6、图7、图15~图19以及图22~图26的任一者的流程图中所含的各步骤。

[0335] 以上对一个或多个方案所涉及的纵深取得装置基于实施方式及其变形例进行了说明,但本公开并不限于该实施方式以及其变形例。只要不脱离本公开的主旨,对本实施方式以及变形例实施本领域技术人员想到的各种变形而得到的方案、将实施方式以及变形例中的构成要素组合而构建的形态可以也包含在本公开的范围。

[0336] 另外,在本公开中,组件、器件的全部或一部分、或图1、图4、图5、图8、图20以及图21所示的框图的功能块的全部或一部分可以由半导体装置、包含半导体集成电路(IC)或LSI(large scale integration,大规模集成电路)的一个或一个以上的电子电路执行。LSI或IC可以集成在一个芯片上,也可以组合多个芯片而构成。例如可以将存储元件以外的功能块集成在一个芯片。在此称作LSI、IC,但根据集成的程度而叫法改变,有可能称作系统LSI、VLSI(very large scale integration,很大规模集成电路)或ULSI(ultra large scale integration,超大规模集成电路)。出于相同目的还能使用在LSI的制造后编程的现场可编程门阵列(FPGA,Field Programmable Gate Array)、或能进行LSI内部的接合关系的重构或LSI内部的电路区划的设置的可重构逻辑器件(reconfigurable logic device)。

[0337] 进而,组件、装置或装置的一部分的全部或一部分功能或操作能通过软件处理执

行。在该情况下,软件记录于一个或一个以上的ROM、光盘、硬盘驱动器等非暂时的记录介质,在软件被处理装置(processor)执行的情况下,软件使处理装置(processor)和周边的器件执行软件内的特定的功能。系统或装置可以具备记录软件的一个或一个以上的非暂时的记录介质、处理装置(processor)、以及需要的硬件器件例如接口。

[0338] 产业上的可利用性

[0339] 本公开能运用于从通过拍摄得到的图像取得纵深的纵深取得装置,例如能作为车载设备等而利用。

[0340] 附图标记的说明

[0341] 1 纵深取得装置

[0342] 10、101 光源

[0343] 20 固体摄像元件

[0344] 21 第1像素(IR)

[0345] 22 第2像素(BW)

[0346] 30 处理电路

[0347] 50 扩散板

[0348] 60 镜头

[0349] 70 带通滤波器

[0350] 102 IR摄像机

[0351] 103 BW摄像机

[0352] 104 学习模型

[0353] 110 处理器

[0354] 111 纵深估计部

[0355] 111a 第1纵深估计部

[0356] 111b 第2纵深估计部

[0357] 112 炫光检测部

[0358] 113 发光定时取得部

[0359] 114 IR图像取得部

[0360] 115 BW图像取得部

[0361] 116 高亮度区域检测部

[0362] 117IR 第1边缘检测部

[0363] 117BW 第2边缘检测部

[0364] 118 输出部

[0365] 200 存储器。

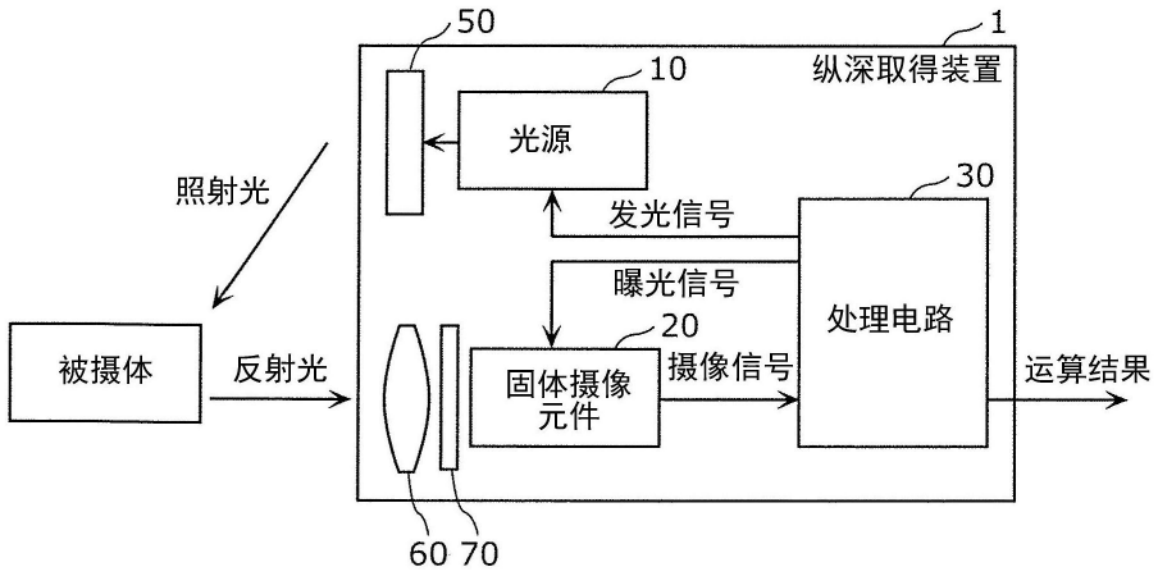


图1

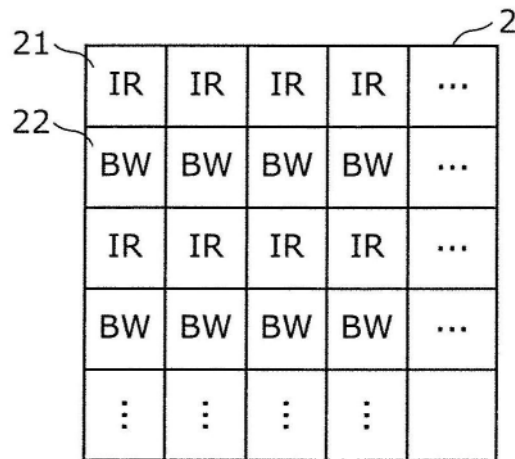


图2

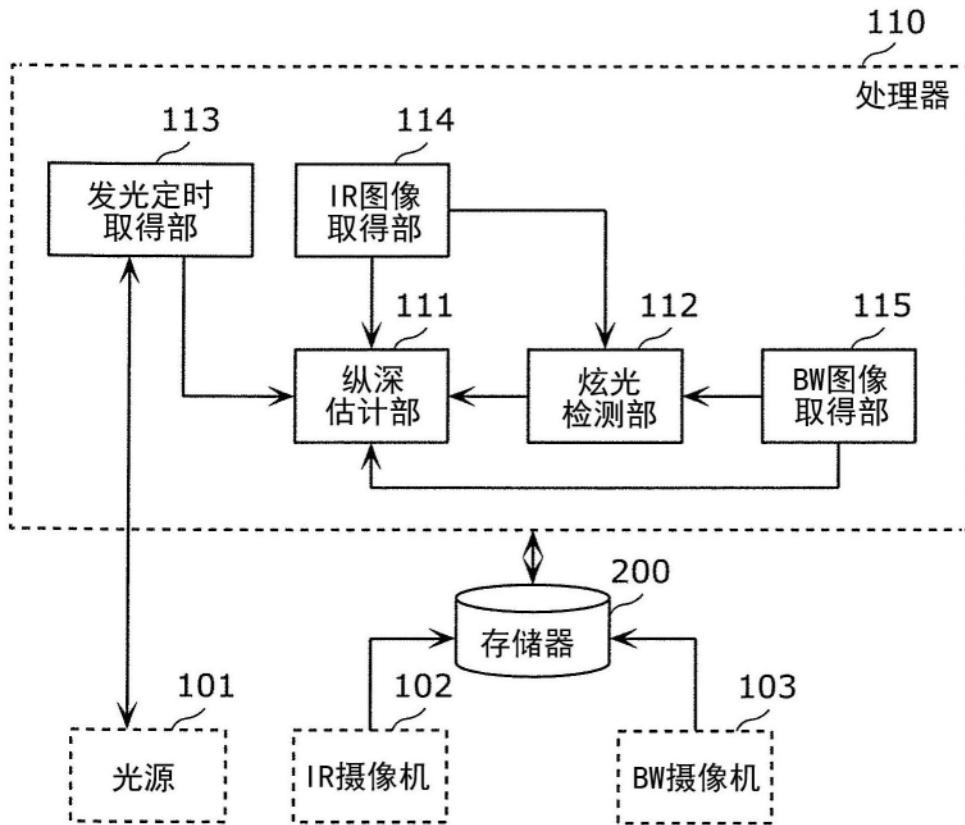


图5

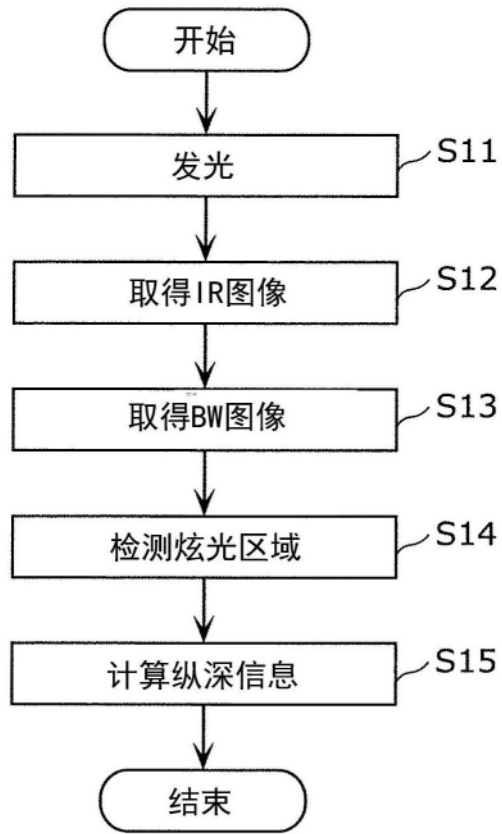


图6

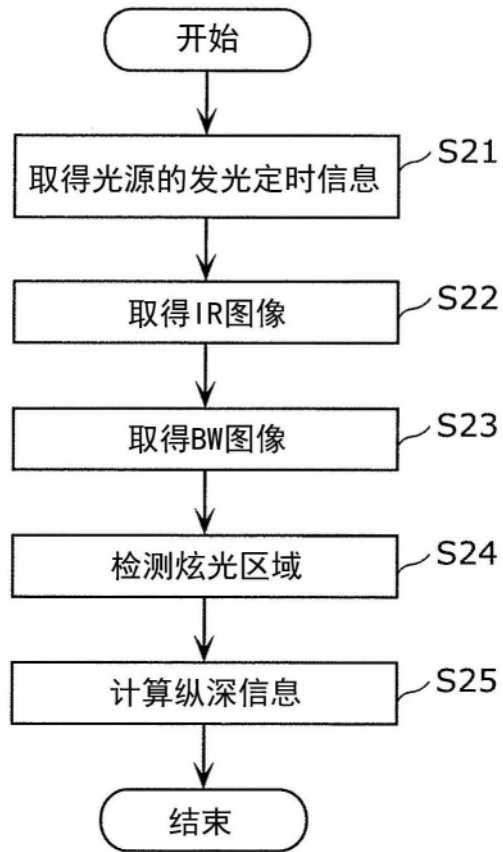


图7

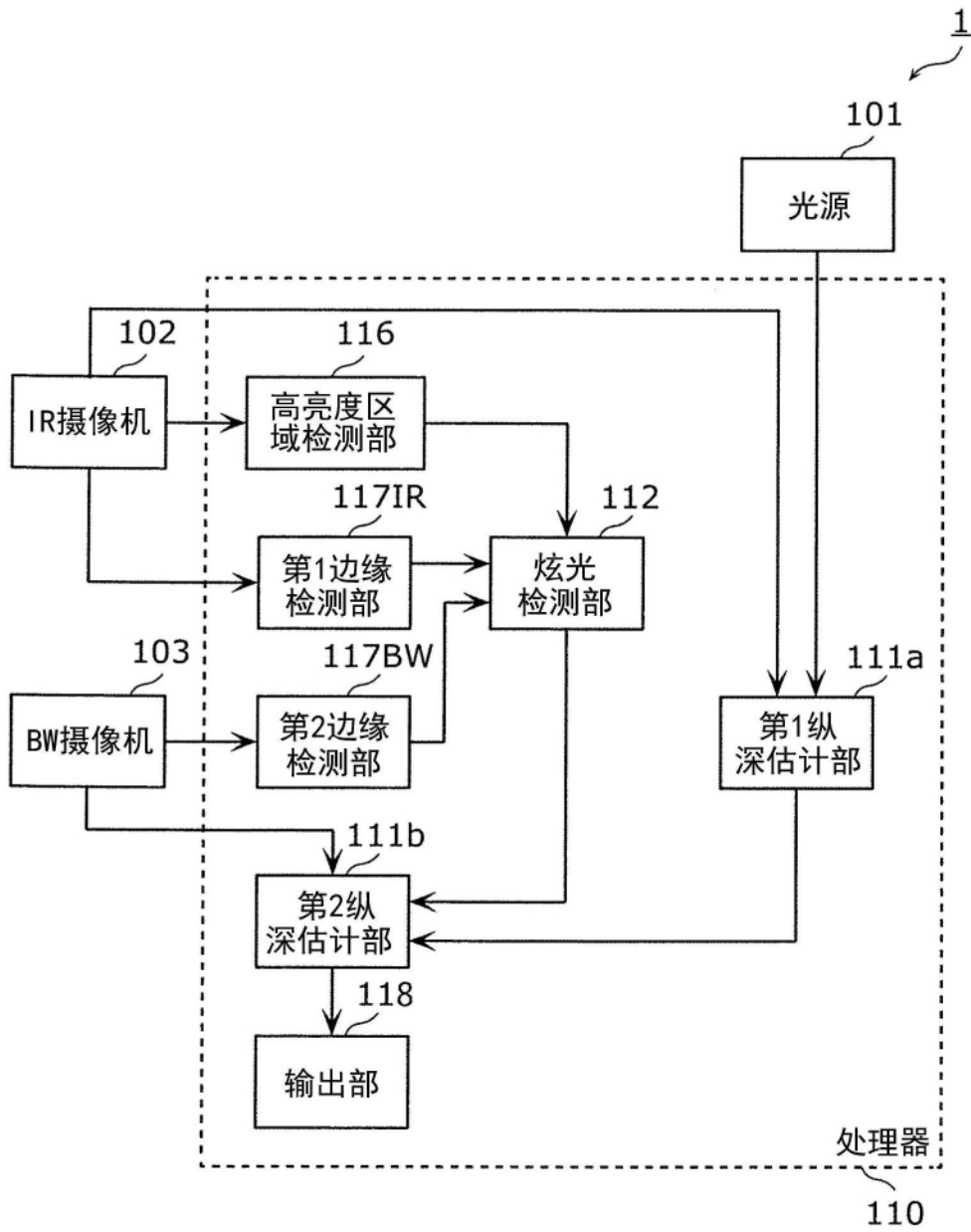


图8

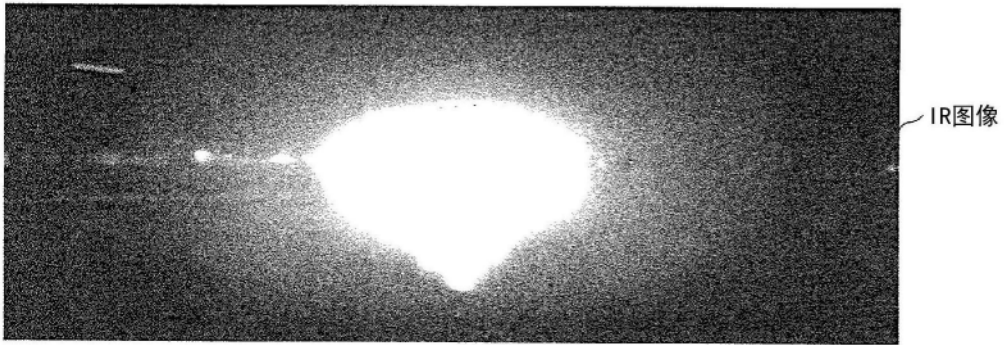


图9A



图9B

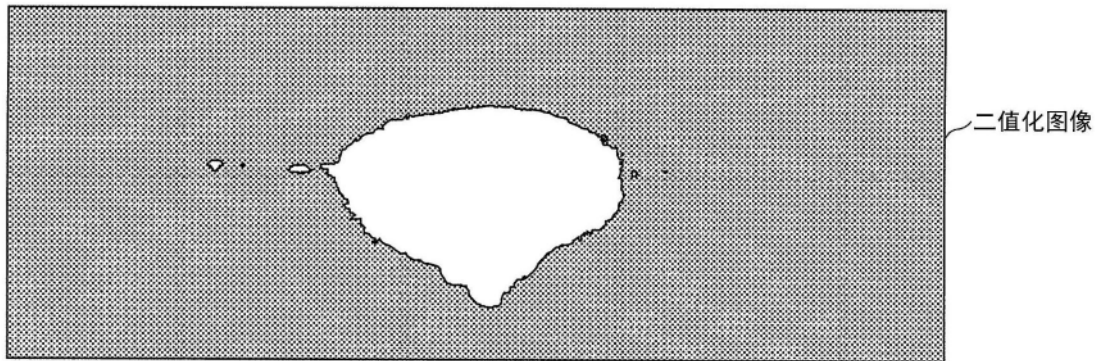


图10

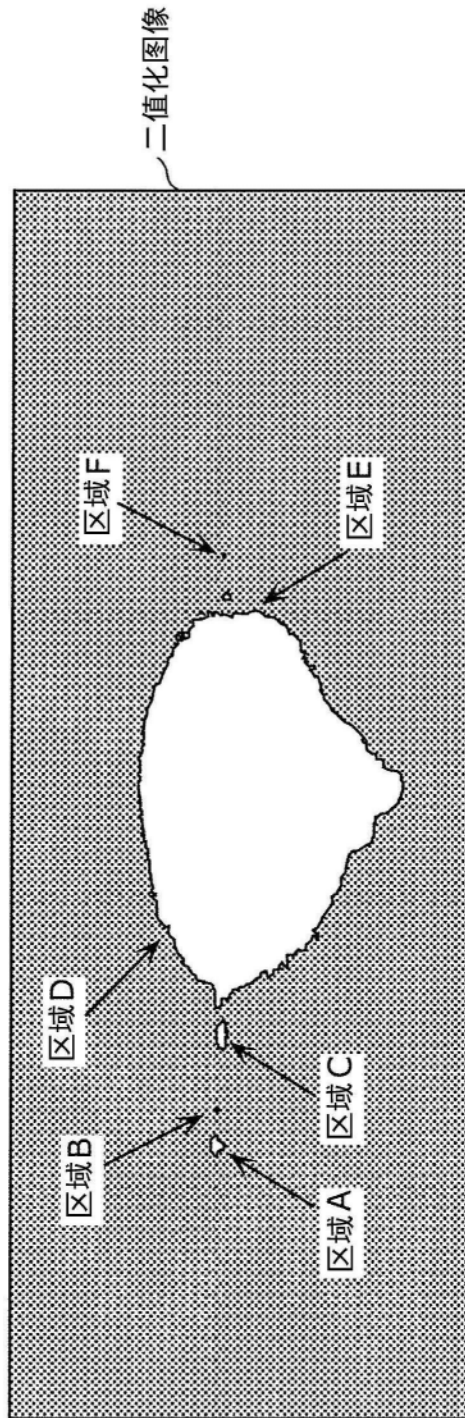


图11

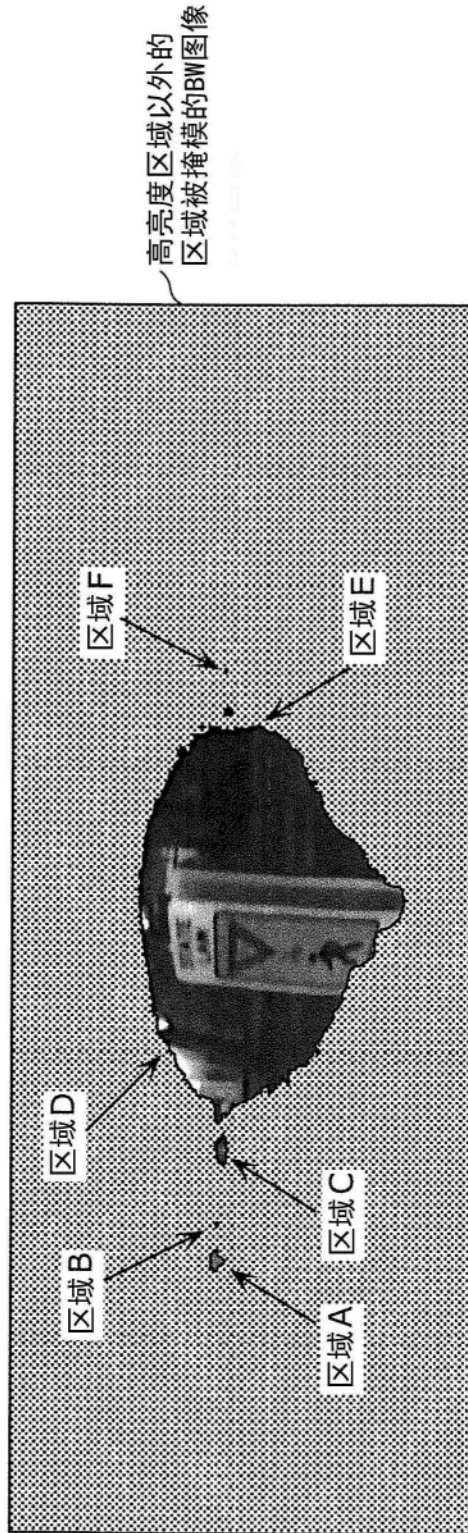


图12

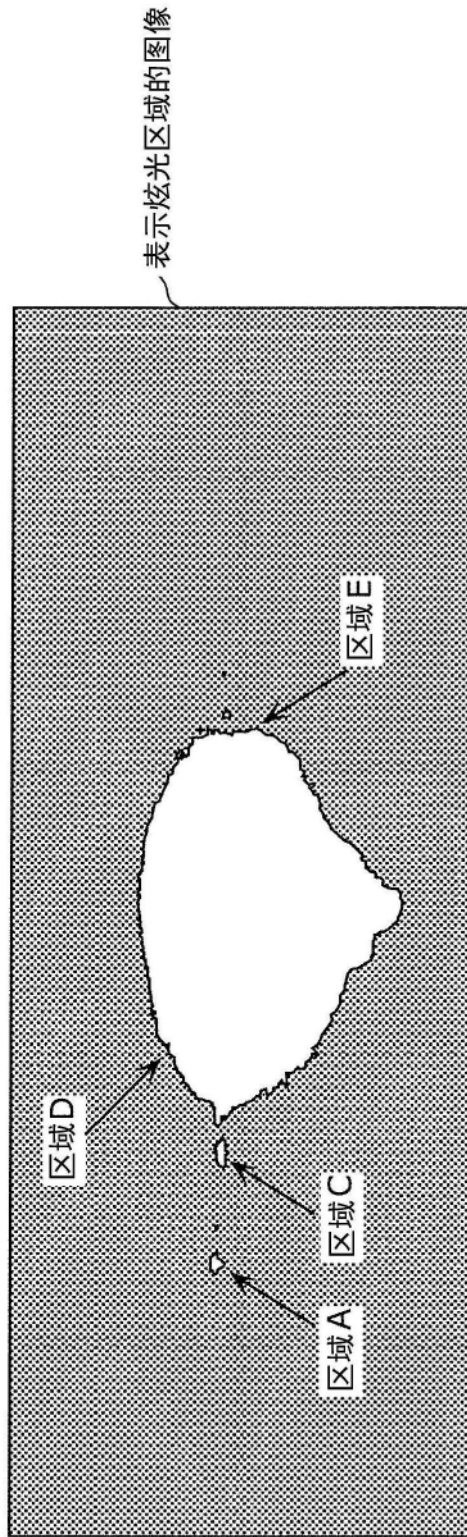


图13

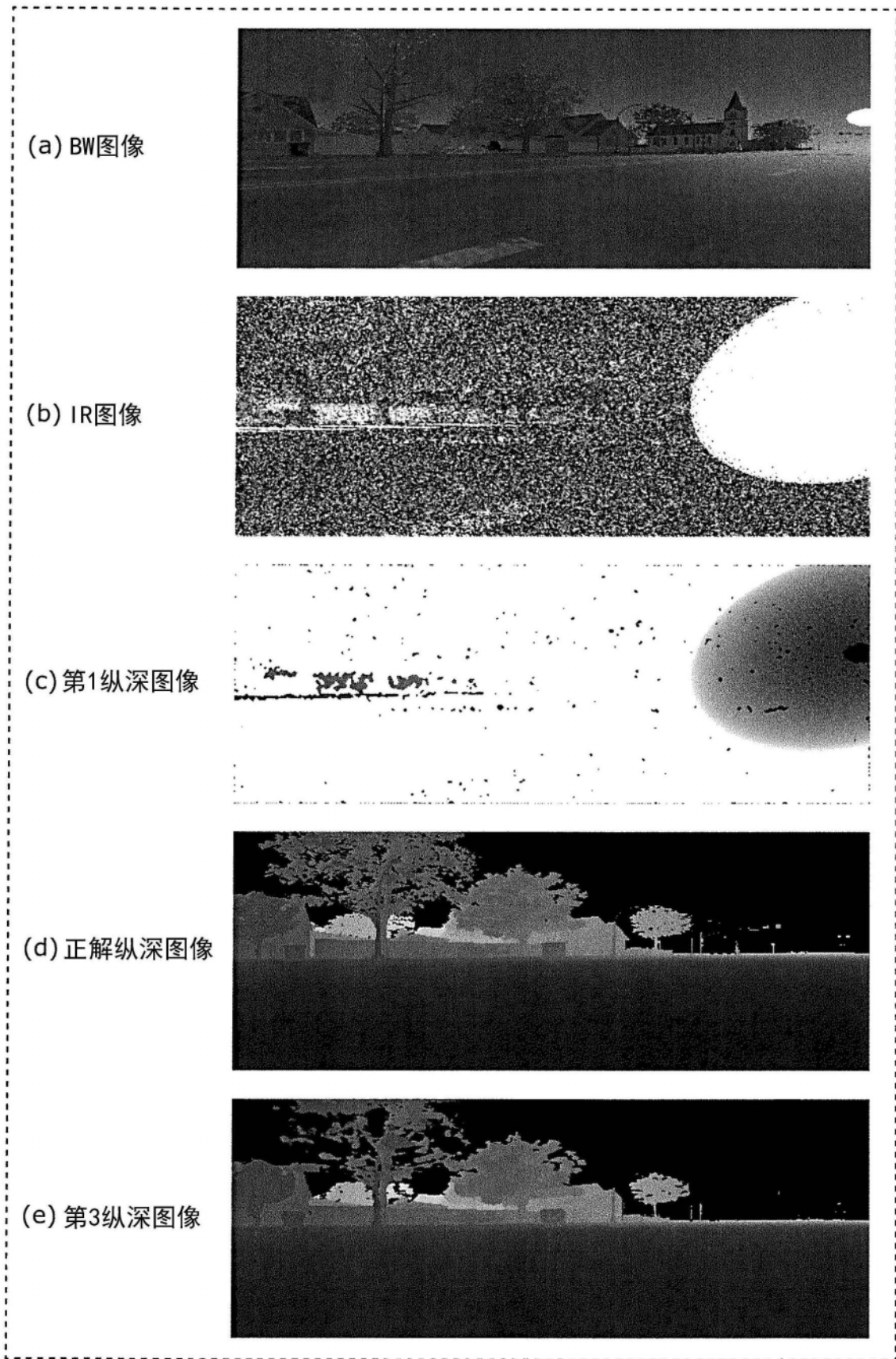


图14

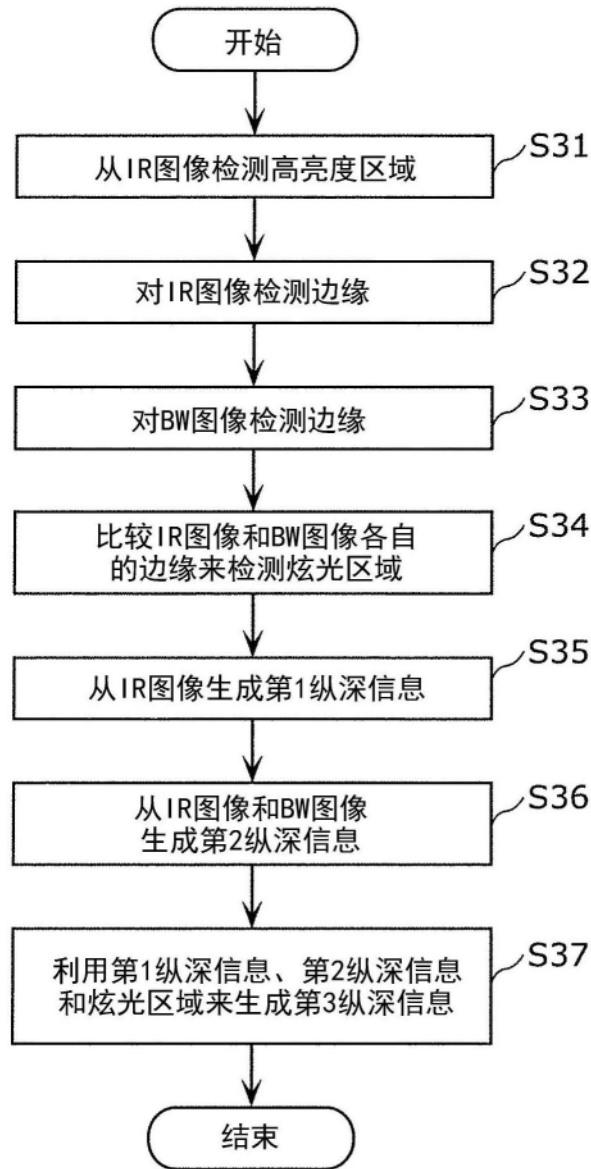


图15

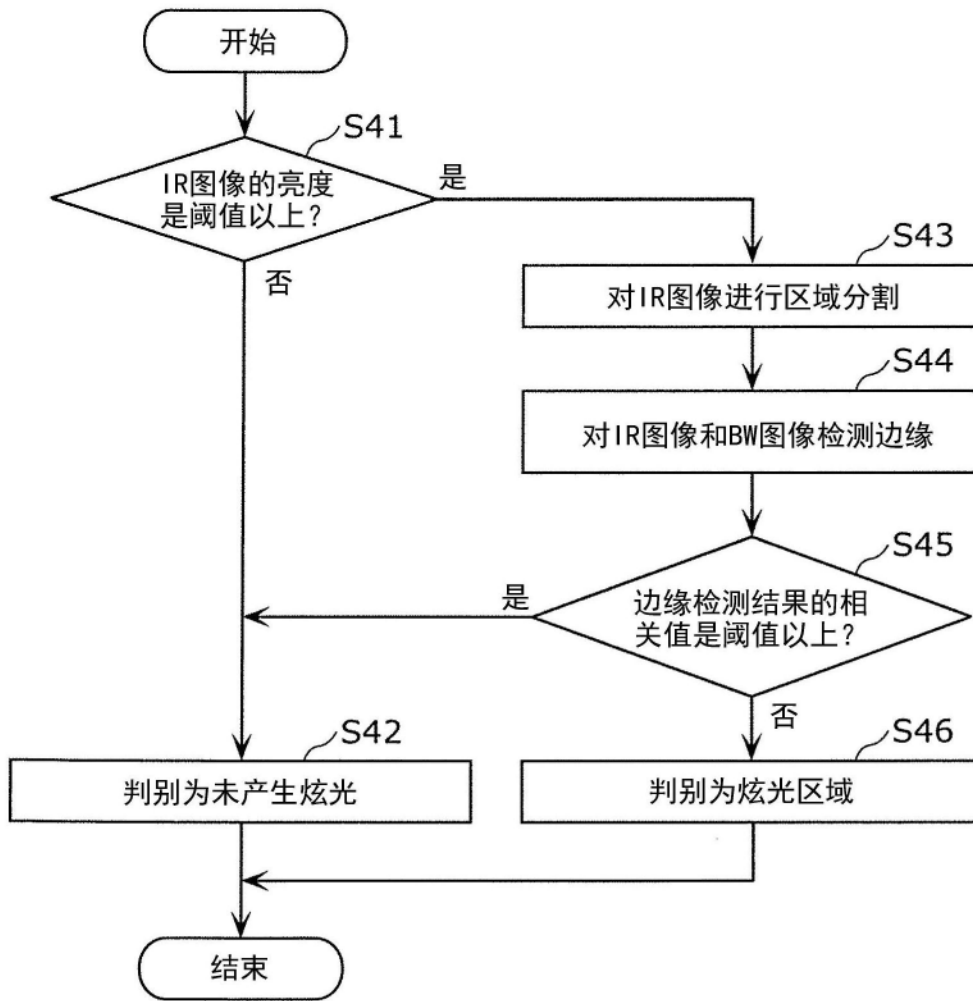


图16

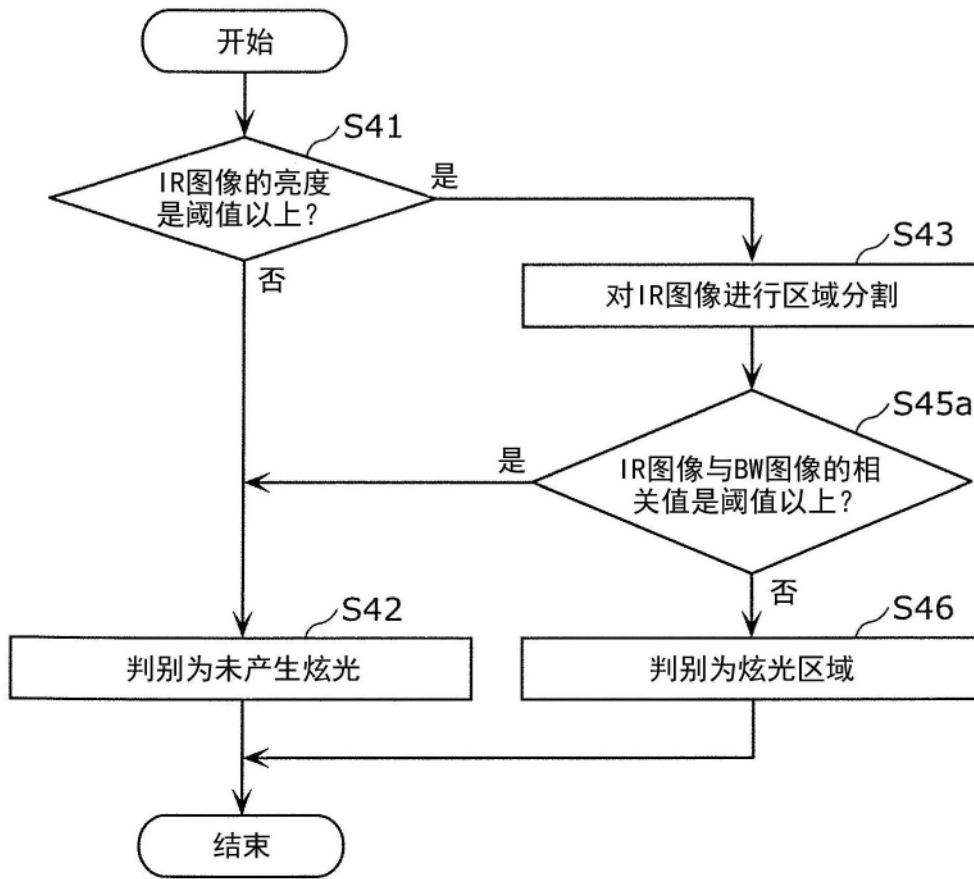


图17

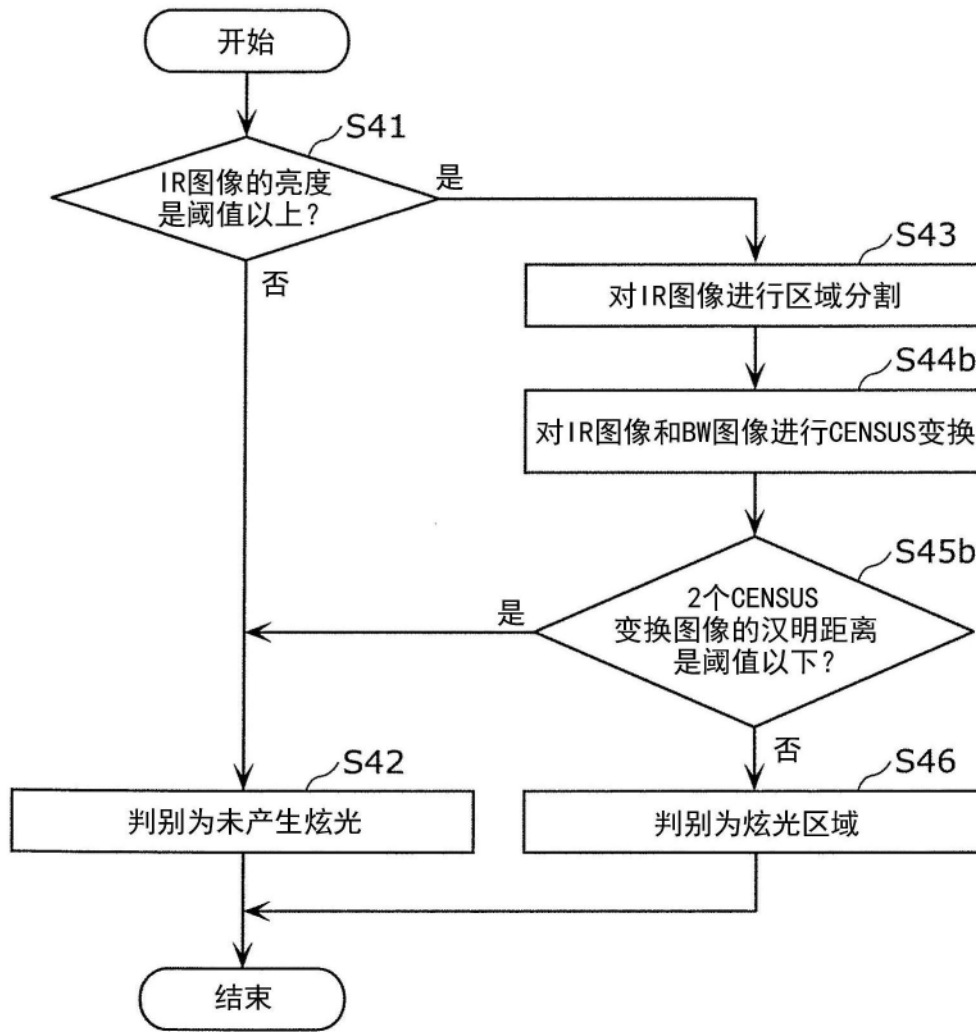


图18

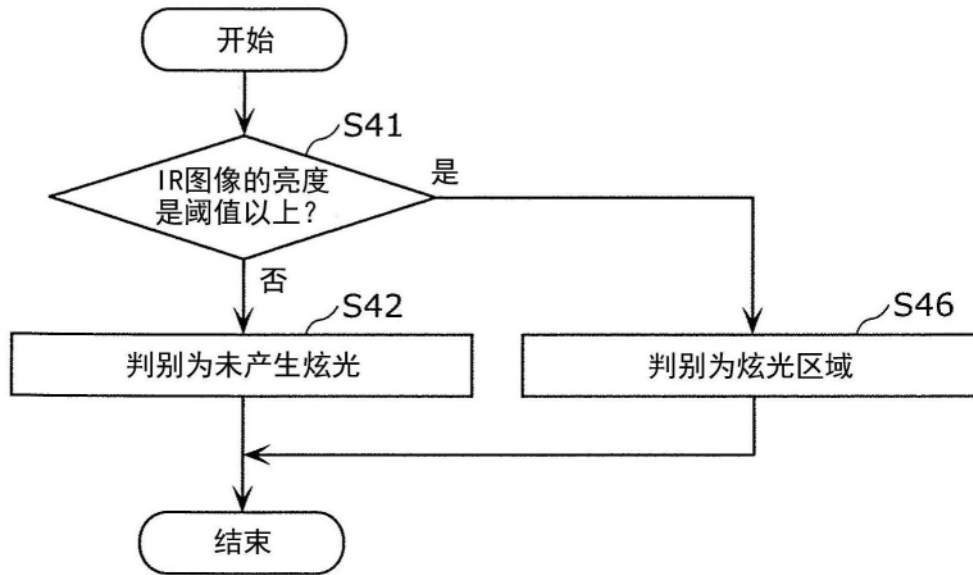


图19

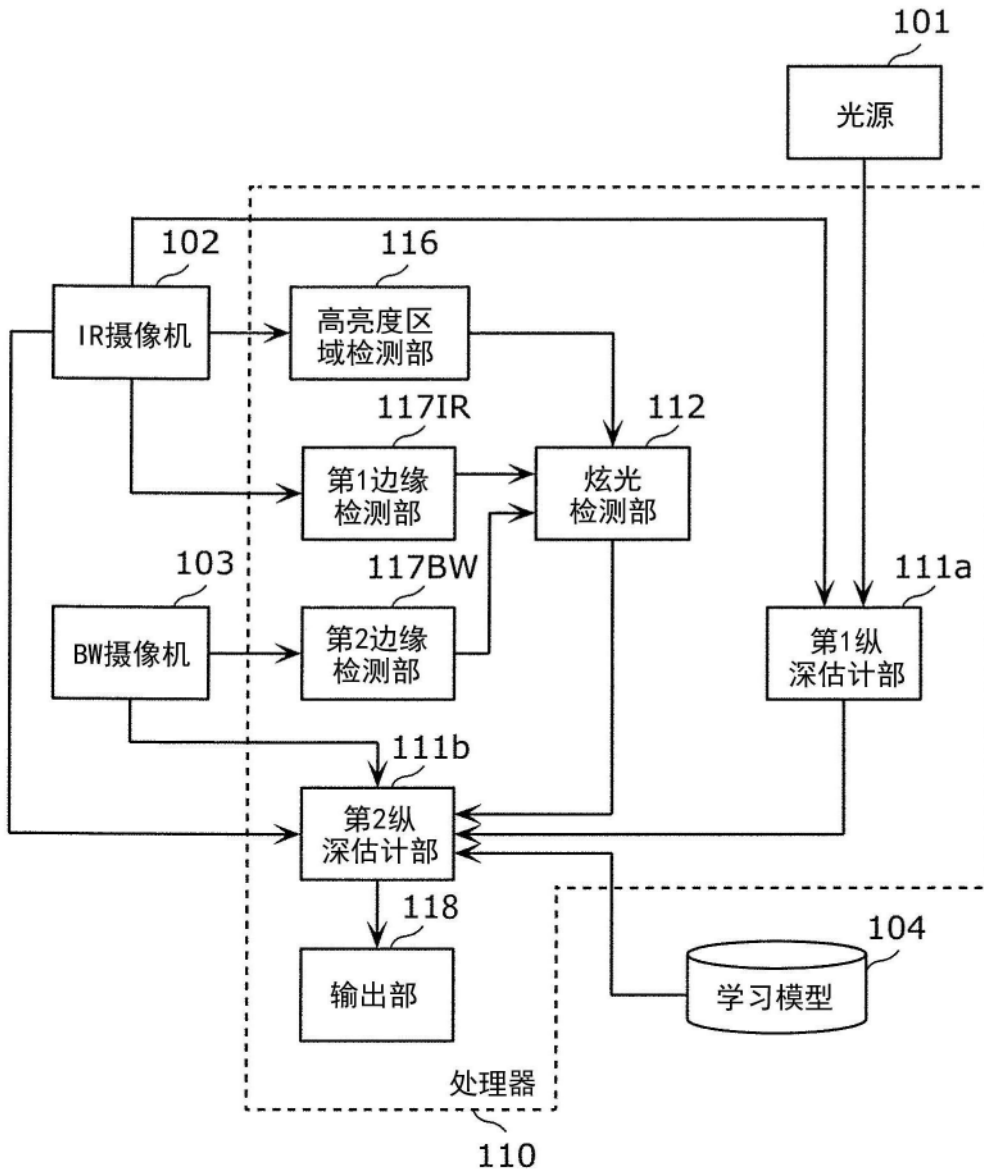


图20

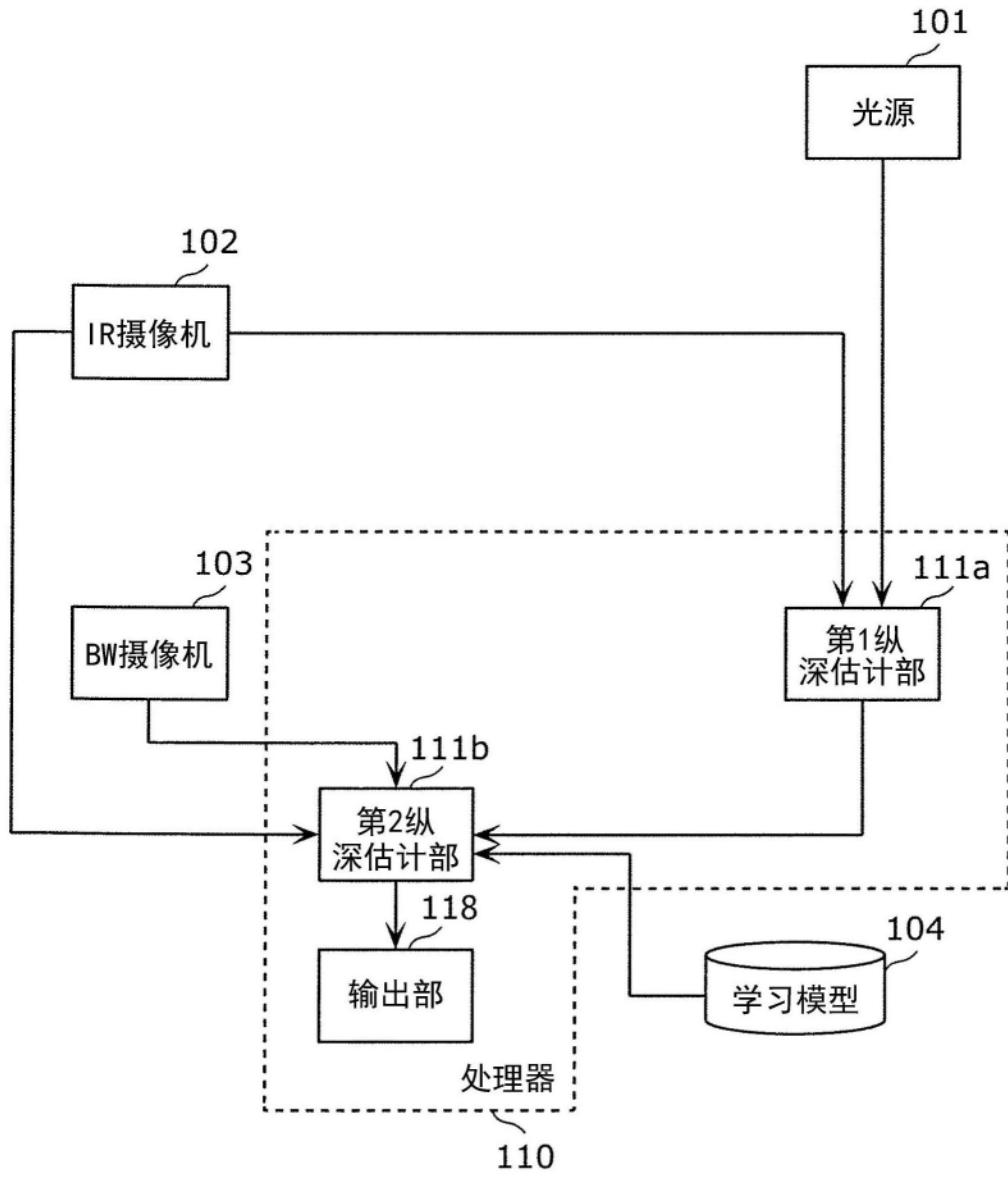


图21

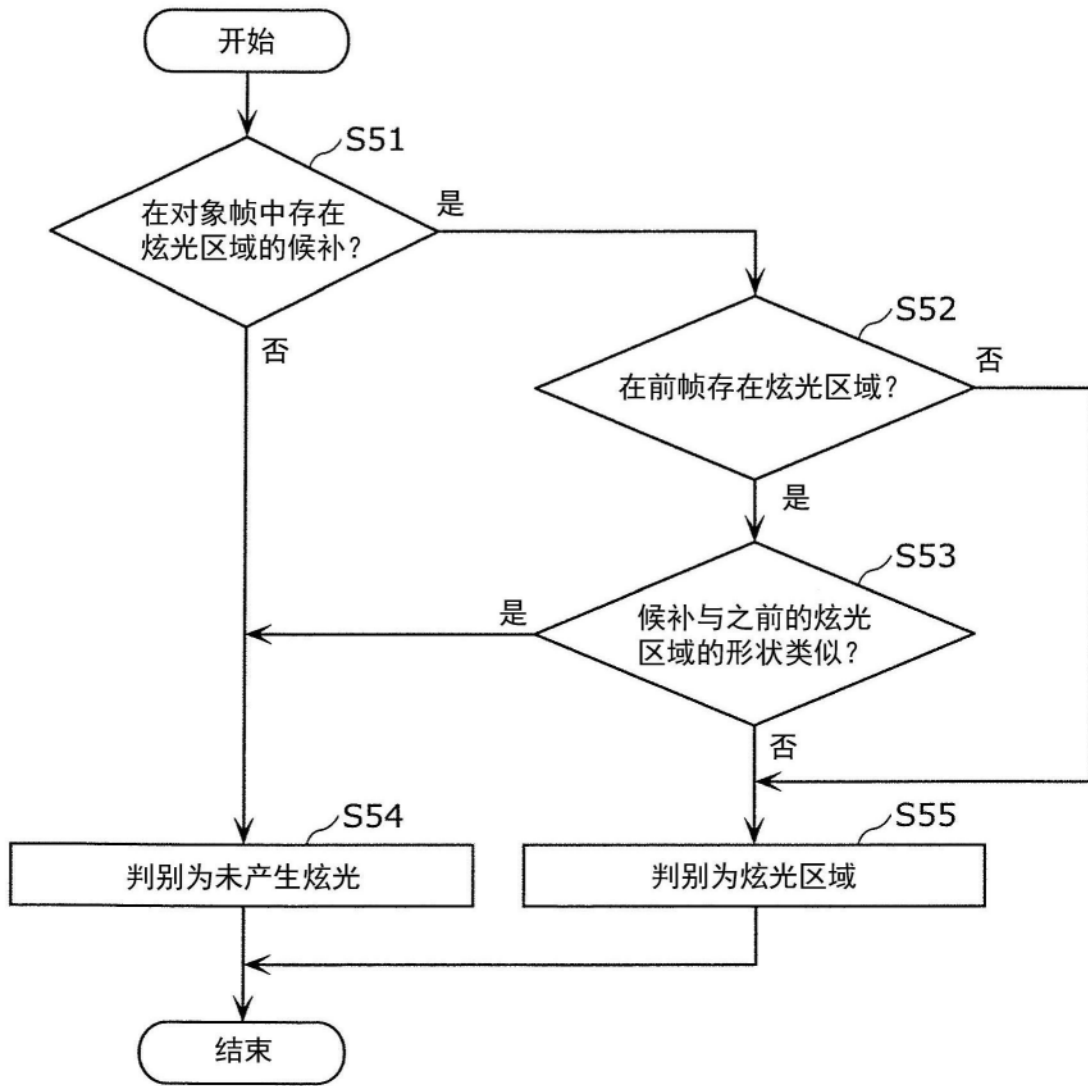


图22

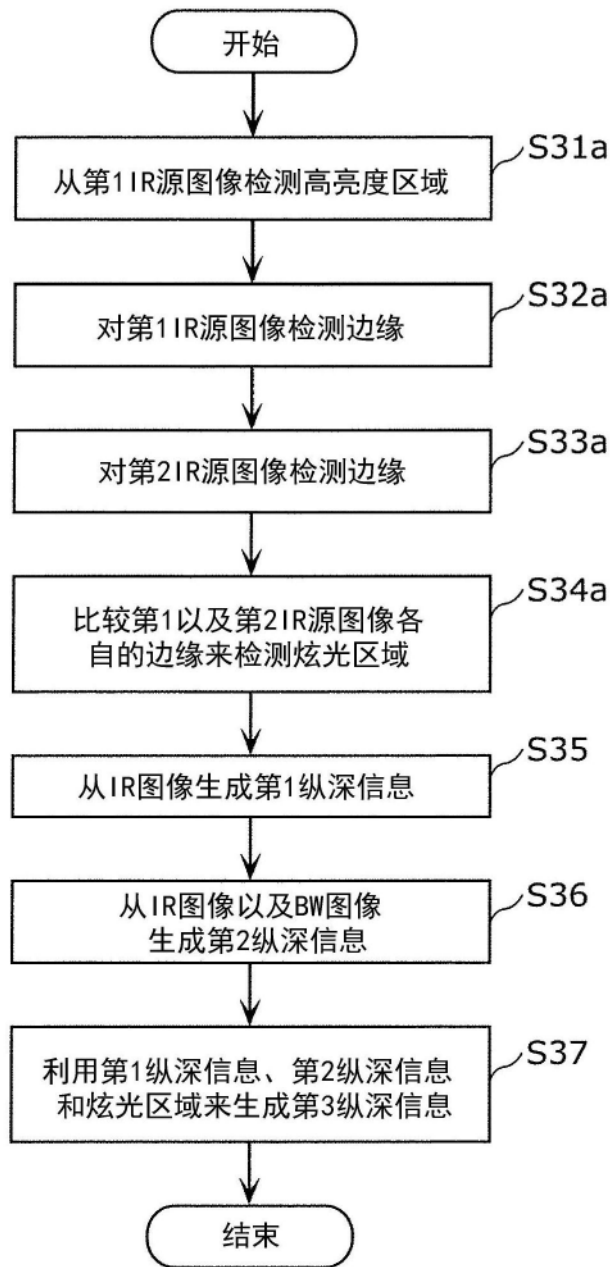


图23

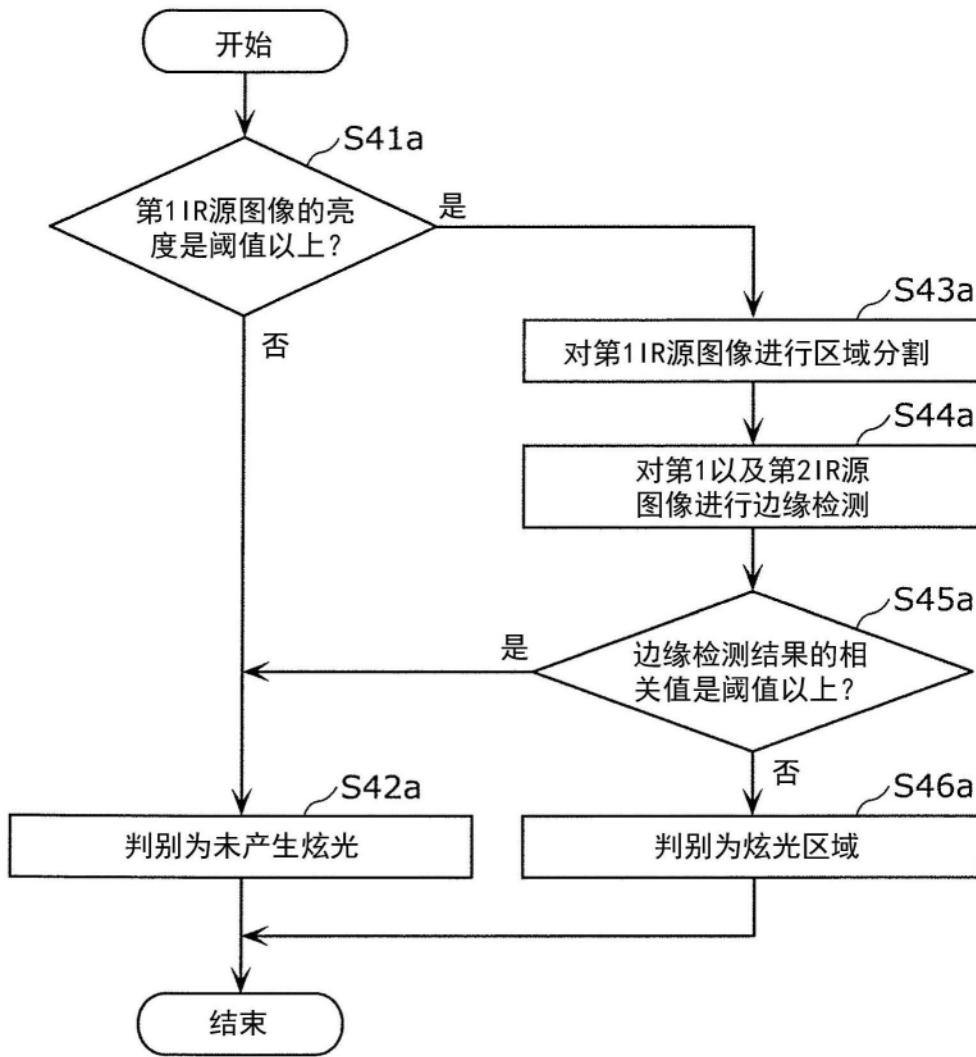


图24

(图45)

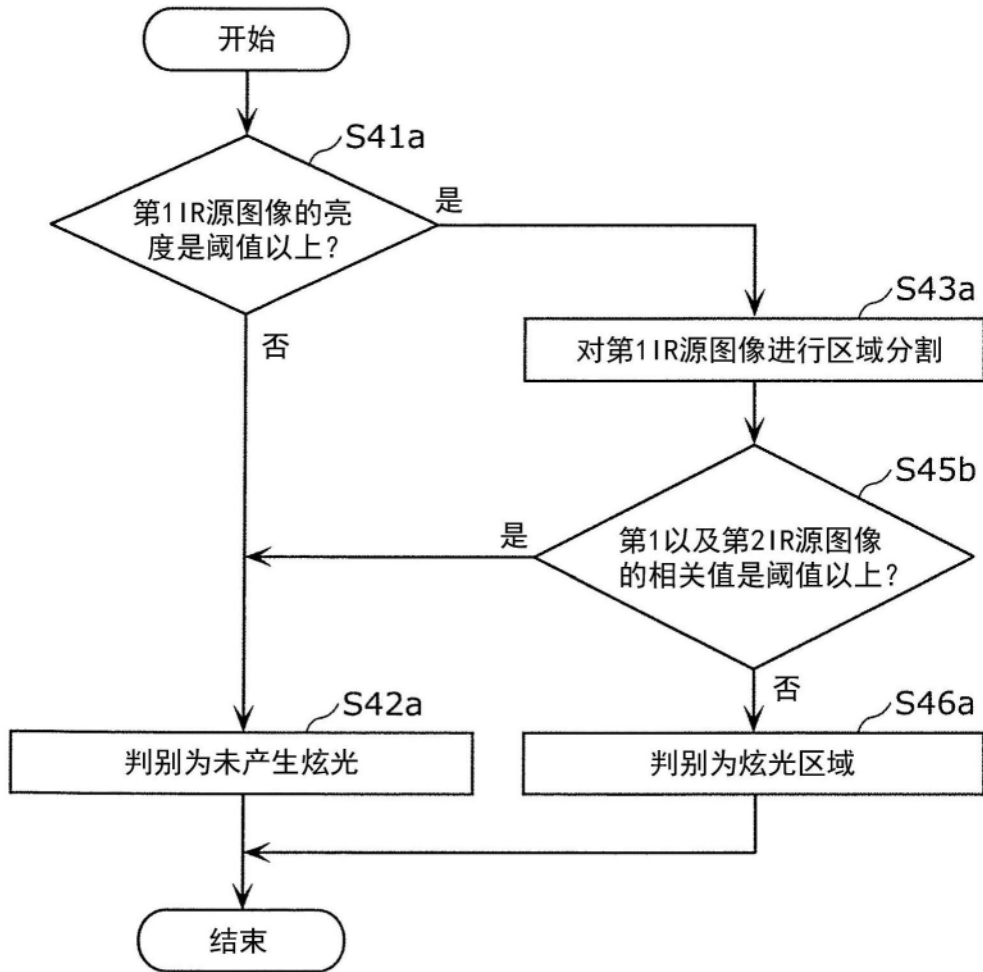


图25

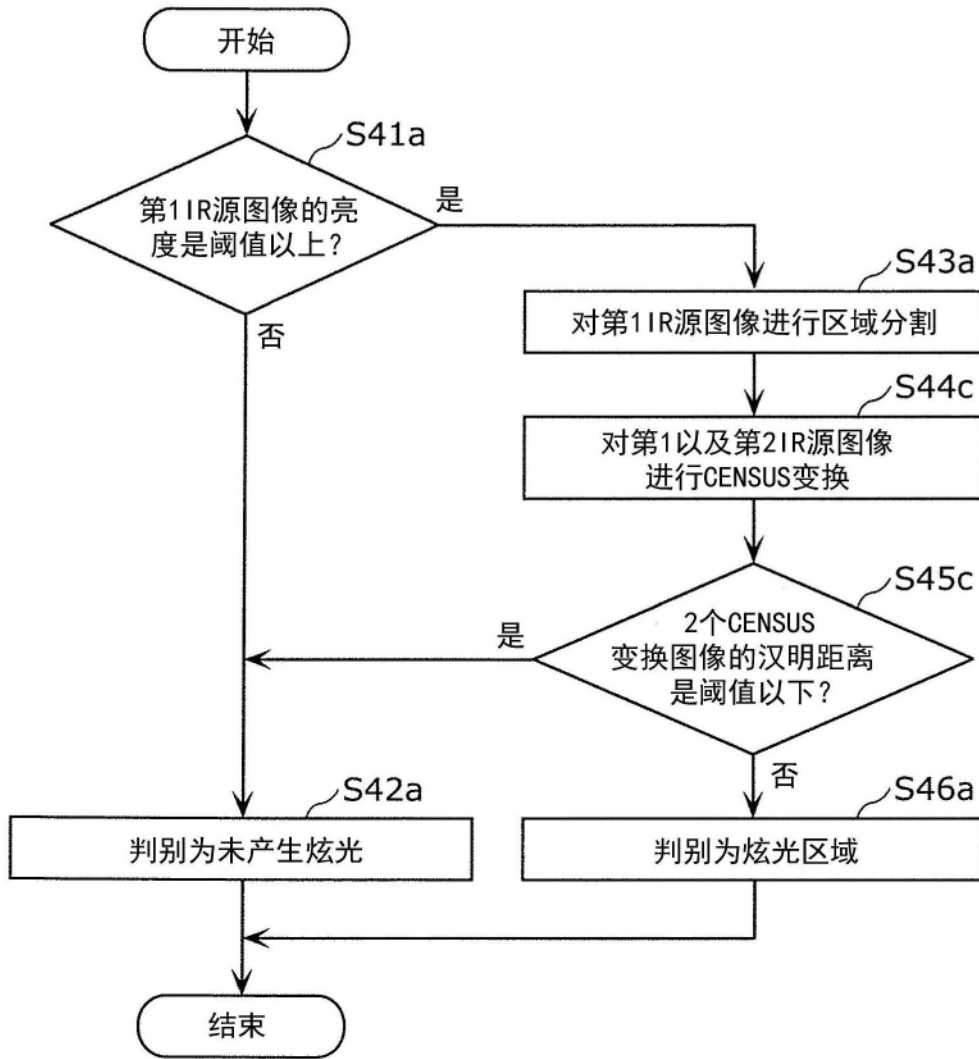


图26