



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113646660 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 20

(21) 申请号 202080025163.9

(22) 申请日 2020.03.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113646660 A

(43) 申请公布日 2021.11.12

(30) 优先权数据
2019-063650 2019.03.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/012997 2020.03.24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/196510 JA 2020.10.01

(73) 专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72) 发明人 加藤一树 柳井谦一 东谦太

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 王秀辉 王海奇

(51) Int.Cl.
G01S 7/4861 (2020.01)
G01S 7/497 (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01)
G01S 17/931 (2020.01)

(56) 对比文件
JP 2014074708 A, 2014.04.24
JP 2001266128 A, 2001.09.28

审查员 郑心妍

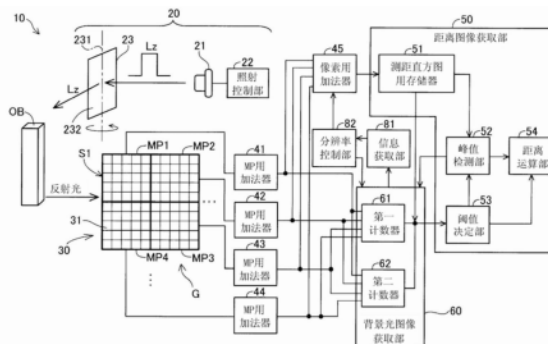
权利要求书2页 说明书13页 附图13页

(54) 发明名称

测距装置

(57) 摘要

本发明的测距装置(10)具备:照射部(20);受光部(30),具有多个受光要素(31)排列为面状而成的受光面(S1),将像素范围内的受光要素的集合作为一个像素,并输出与各像素所包含的受光要素的受光状态对应的受光信号;距离图像获取部(50),利用受光信号获取表示各像素中的到照射光的照射范围内的物体为止的距离的距离图像;背景光图像获取部(60),利用受光信号获取背景光图像;信息获取部(81),获取与背景光的强度相关的强度相关信息;以及分辨率控制部(82),根据与强度相关信息相关的背景光的强度,分别独立地对距离图像和背景光图像设定像素范围的大小控制分辨率。



1. 一种测距装置,是测定到对象物为止的距离的测距装置,具备:

照射部,照射照射光;

受光部,具有多个受光要素排列为面状而成的受光面,将像素范围内的上述受光要素的集合作为一个像素,并输出与各像素所包含的上述受光要素的受光状态对应的受光信号,上述像素范围的大小设定为能够变更;

距离图像获取部,利用输出的上述受光信号,获取距离图像,该距离图像表示各像素中的到包含上述对象物的上述照射光的照射范围内的物体为止的距离;

背景光图像获取部,利用输出的上述受光信号,获取表示各像素中的背景光的受光强度的背景光图像;

信息获取部,获取与上述背景光的强度相关的强度相关信息;以及

分辨率控制部,根据与获取的上述强度相关信息相关的上述背景光的强度,分别独立地对上述距离图像和上述背景光图像设定上述像素范围的大小,控制上述距离图像的分辨率和上述背景光图像的分辨率。

2. 根据权利要求1所述的测距装置,其中,

上述分辨率控制部在与上述强度相关信息相关的上述背景光的强度较高的情况下,与该强度较低的情况相比,对上述背景光图像的至少一部分较小地设定上述像素范围的大小。

3. 根据权利要求2所述的测距装置,其中,

上述分辨率控制部将上述背景光图像中上述背景光的强度为预先决定的阈值以上的部分亦即明部中的上述像素范围的大小设定为比上述背景光图像中除了上述明部之外的其它部分中的上述像素范围的大小小。

4. 根据权利要求1~3中任意一项所述的测距装置,其中,

上述分辨率控制部在与上述强度相关信息相关的上述背景光的强度较高的情况下,与该强度较低的情况相比,对上述距离图像的至少一部分较大地设定上述像素范围的大小。

5. 根据权利要求4所述的测距装置,其中,

上述分辨率控制部将上述距离图像中与明部对应的部分亦即明部对应部的上述像素范围的大小设定为比上述距离图像中的除了上述明部对应部之外的其它部分中的上述像素范围的大小大。

6. 根据权利要求1~3中任意一项所述的测距装置,其中,

上述强度相关信息包含以下信息中的至少一个:

表示上述背景光的强度的信息;

表示搭载了上述测距装置的车辆具备的前照灯的点亮状态的信息;

表示上述车辆具备的日照传感器且为检测日光的照射量的日照传感器的检测结果的信息;以及

表示上述车辆具备的刮水器装置的动作状态的信息。

7. 根据权利要求1~3中任意一项所述的测距装置,其中,

上述受光要素具有输出表示光的射入的输出信号作为上述受光信号的单光子雪崩二极管。

8. 根据权利要求7所述的测距装置,其中,

上述背景光图像获取部执行以下处理：

将上述照射部照射上述照射光的照射期间划分为相互相等的时间长度的单位期间，并求出各单位期间的输出上述输出信号的上述单光子雪崩二极管的数目的合计值；

确定有无求出的上述单光子雪崩二极管的数目的合计值为预先决定的阈值以上的上述单位期间；

在确定为有求出的上述单光子雪崩二极管的数目的合计值为上述阈值以上的上述单位期间的情况下，利用除了确定出的该单位期间之外的其它的上述单位期间的输出上述输出信号的上述单光子雪崩二极管的数目的合计值，获取上述背景光图像；以及

在确定为没有求出的上述单光子雪崩二极管的数目的合计值为上述阈值以上的上述单位期间的情况下，利用全部的上述单位期间的输出上述输出信号的上述单光子雪崩二极管的数目的合计值，获取上述背景光图像。

测距装置

技术领域

[0001] 本发明涉及测定到对象物为止的距离的测距装置。

背景技术

[0002] 以往,作为测距装置,提出各种照射光,并接收这样的照射光被对象物反射的反射光,计算从照射照射光到受光为止的时间(ToF:Time of Flight:飞行时间),并利用得到的时间测定到对象物为止的距离的测距装置(参照专利文献1)。在这样的测距装置中,除了包含反射光的图像且为具有在各方位测定到的距离的值作为各像素的值的图像亦即距离图像之外,还将测距装置接收了由于日光、路灯的光线等而被对象物反射的光的值作为背景光(也称为环境光),并获取具有背景光的强度作为各像素的值的图像亦即背景光图像。而且,基于确定的背景光的强度决定阈值强度,距离图像内的反射光被检测为这样的强度阈值以上的光。

[0003] 专利文献1:日本特开2017-173298号公报

[0004] 在专利文献1的测距装置等以往的测距装置中,距离图像和背景光图像均以相同的分辨率(分辨能力)获取。因此,例如,若在晴朗的白天以高分辨率拍摄距离图像,则有噪声较大而难以精度良好地获取距离这样的问题。另外,与此相反,在傍晚、夜间、隧道内等比较暗的环境下噪声的影响较少,所以尽管能够在维持测定精度的同时得到更高分辨率的距离图像,但仅能够得到低分辨率的距离图像。除此之外,例如,在比较暗的环境下以高分辨率获取背景光图像的情况下,在各像素中几乎检测不到光而极低地确定背景光的强度。该情况下,有也将反射光以外的光线误检测为来自对象物的反射光的担心。由此,期望能够根据测距装置的使用环境,适当地设定距离图像以及背景光图像的分辨率的技术。

发明内容

[0005] 本发明能够作为以下的方式实现。

[0006] 作为本发明的一方式,提供测定到对象物为止的距离的测距装置。该测距装置具备:照射部,照射照射光;受光部,具有能够接收被照射的上述照射光的反射光的多个受光要素排列为面状而成的受光面,将像素范围内的上述受光要素的集合作为一个像素,并输出与各像素所包含的上述受光要素的受光状态对应的受光信号,上述像素范围的大小设定为能够变更;距离图像获取部,利用输出的上述受光信号,获取距离图像,该距离图像表示各像素中的到包含上述对象物的上述照射光的照射范围内的物体为止的距离;背景光图像获取部,利用输出的上述受光信号,获取表示各像素中的背景光的受光强度的背景光图像;信息获取部,获取与上述背景光的强度相关的强度相关信息;以及分辨率控制部,根据与获取的上述强度相关信息相关的上述背景光的强度,分别独立地对上述距离图像和上述背景光图像设定上述像素范围的大小,控制上述距离图像的分辨率和上述背景光图像的分辨率。

[0007] 根据上述方式的测距装置,根据与获取的强度相关信息相关的背景光的强度,分

别独立地对距离图像和背景光图像设定像素范围的大小,控制距离图像的分辨率和背景光图像的分辨率,所以能够根据测距装置的使用环境,适当地设定距离图像以及背景光图像的分辨率。

[0008] 本发明也能够以测距装置以外的各种方式实现。例如,能够以具备测距装置的车辆、测距方法、用于实现这些装置、方法的计算机程序、存储了这样的计算机程序的存储介质等方式实现。

附图说明

[0009] 通过参照附图的下述的详细描述,本发明的上述目的以及其它的目的、特征、优点变得更加明确。该附图为:

[0010] 图1是表示搭载了作为本发明的一实施方式的测距装置的车辆和照射光的照射范围的说明图。

[0011] 图2是表示第一实施方式的测距装置的构成的框图。

[0012] 图3是表示从MP用加法器输出的受光数的总计值的推移的一个例子的说明图。

[0013] 图4是表示第一实施方式的测距处理的过程的流程图。

[0014] 图5是表示第一实施方式中的明环境下的距离图像以及背景光图像的一个例子的说明图。

[0015] 图6是表示第一实施方式中的暗环境下的距离图像以及背景光图像的一个例子的说明图。

[0016] 图7是表示第三实施方式的测距处理的过程的流程图。

[0017] 图8是表示执行第三实施方式中的测距处理时的车辆的周围环境的一个例子的说明图。

[0018] 图9是表示第三实施方式中的距离图像以及背景光图像的一个例子的说明图。

[0019] 图10是表示执行第三实施方式中的测距处理时的车辆的周围环境的其它例子的说明图。

[0020] 图11是表示第三实施方式中的距离图像以及背景光图像其它的例子的说明图。

[0021] 图12是表示第四实施方式的测距装置的构成的框图。

[0022] 图13是表示第四实施方式的测距处理的过程的流程图。

具体实施方式

[0023] A. 第一实施方式:

[0024] A1. 装置构成:

[0025] 如图1所示,本实施方式的测距装置10搭载于车辆500,并测定到存在于车辆500的前方的周围的物体(以下,也称为“对象物”),例如其它的车辆、行人、建筑物等为止的距离。测距装置10照射照射光Lz,并接收来自对象物的反射光。在图1中,将照射光Lz的射出中心位置表示为原点,将车辆500的前方方向表示为Y轴,将通过原点并从车辆500的宽度方向左方朝向右方的方向表示为X轴,并将通过原点的垂直上方表示为Z轴。如图1所示,照射光Lz是在Z轴方向上纵长的光,通过与X-Y平面平行的方向的一维扫描进行照射。测距装置10除了来自对象物的照射光Lz的反射光之外,还接收背景光。背景光是指与照射光Lz不同的光

(直接光)、或者这样的光被对象物反射并由测距装置10接收的光。与照射光Lz不同的光例如对应于日光、路灯的光等。测距装置10利用与分别从规定范围Ar接收的光的强度相关的信息确定背景光的强度,并基于这样的强度设定阈值。然后,将从各规定范围Ar接收的光中为设定的阈值以上的强度的光确定为来自对象物的反射光,确定从照射照射光Lz到接收反射光为止的时间,即光的飞行时间TOF(Time of Flight)。然后,将这样的飞行时间TOF作为光在车辆500与对象物之间往复的时间,计算到对象物为止的距离。上述的规定范围Ar是与后述的像素G对应的范围。

[0026] 如图2所示,测距装置10具备照射部20、受光部30、四个宏像素(MP)用加法器41、42、43、44、像素用加法器45、距离图像获取部50、信息获取部81、以及分辨率控制部82。

[0027] 照射部20照射照射光Lz。照射部20具备激光源21、照射控制部22、以及扫描部23。激光源21由半导体激光二极管构成,每隔规定周期照射脉冲激光作为照射光Lz。例如,规定周期作为照射光Lz被照射到在测距装置10中接收来自规定范围内的对象物的反射光为止所需要的期间以上的期间预先通过实验等求出并设定。此外,从激光源21射出的照射光Lz通过未图示的光学系统形成为图1所示那样的纵长的照射光Lz。照射控制部22控制从激光源21的脉冲激光的照射、以及反射镜232的转动。扫描部23通过使反射镜232以旋转轴231为中心转动来在规定测定范围进行照射光Lz的一维扫描。反射镜232例如由MEMS反射镜构成。反射镜232的转动由照射控制部22控制。通过由扫描部23进行照射光Lz的一维扫描,照射部20在变更对测定范围照射照射光Lz的方位的同时照射照射光Lz。此外,作为激光源21,也可以代替激光二极管元件,而使用固体激光器等其它的任意的种类的激光源。另外,照射光Lz也可以为横长,扫描也可以是二维扫描。

[0028] 由照射部20照射的照射光Lz被测定范围内的对象物OB反射。由对象物OB反射出的反射光由受光部30接收。在本实施方式中,受光部30通过构成为受光面S1上的反射光的大小比受光面S1的大小小的未图示的光学系统接收反射光。此外,反射光也可以以其一部分(例如,长边方向的端部)超出受光面S1的方式被受光部30接收。

[0029] 受光部30在受光面S1二维排列状地具备多个像素G。在图2中,为了方便图示,仅记载一个像素G。在图1的例子中,各像素G具备纵向两个×横向两个共计四个宏像素MP1~MP4。各宏像素MP1~MP4具有纵向五个×横向五个共计二十五个受光要素31。因此,在图1的例子中,各像素G具备纵向十个×横向十个共计一百个受光要素31。在本实施方式中,受光要素31具备SPAD(单光子雪崩二极管)。SPAD若输入光(光子),则以恒定的概率,输出表示光的射入的脉冲状的输出信号(以下,也称为“受光信号”)。因此,在图2的例子中,各宏像素MP1~MP4分别根据接收的光的强度输出0~25个受光信号。另外,作为像素G整体,根据接收的光的强度输出0~100个受光信号。在本实施方式中,将图2所示的像素G的像素范围,即,由纵向两个×横向两个的宏像素构成,由纵向十个×横向十个的受光要素31构成的大小称为基准像素范围。但是,像素G的大小(像素范围)从基准像素范围可变,在后述的测距处理中,根据背景光的强度设定。

[0030] MP用加法器41与构成宏像素MP1的各受光要素31连接,并将从宏像素MP1内的受光要素31输出的受光信号的数目相加。同样地,其它的MP用加法器42~44与构成宏像素MP2~MP4的各受光要素31连接,并分别将从宏像素MP2~MP4内的受光要素31输出的受光信号的数目(以下,也称为“受光数”)相加。此外,虽然在图2中,仅示出与构成一个像素G的四个宏

像素MP1 ~ MP4对应的四个MP用加法器41 ~ 44,但测距装置10具备多个构成其它的像素G的宏像素用的MP用加法器。

[0031] 像素用加法器45将一个像素G的受光数即从一个像素所包含的受光要素31输出的受光信号的数目相加。具体而言,像素用加法器45与四个MP用加法器41 ~ 44连接,从各MP用加法器41 ~ 44输入加法结果即各宏像素MP1 ~ MP4内的受光数的总计值,并将它们相加。此外,虽然对各像素G设置像素用加法器45,但在图2中,仅示出与一个像素G对应的像素用加法器45。另外,像素用加法器45在像素范围被变更的情况下,将从变更后的像素范围内的各宏像素输入的总计值相加。

[0032] 距离图像获取部50获取距离图像。距离图像是表示基于各像素G的受光强度计算出的各像素G中的到对象物为止的距离的图像。距离图像获取部50具备测距直方图用存储器51、峰值检测部52、阈值决定部53、以及距离运算部54。

[0033] 测距直方图用存储器51存储按单位期间排列了各像素G的受光强度即各像素G中的受光数的直方图(以下,称为“测距直方图”)。测距直方图用存储器51接收从像素用加法器45接收的像素G的总计值即像素G的受光数并存储。此外,对各像素G设置测距直方图用存储器51。测距直方图用存储器51例如也可以由EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory:电可擦可编程只读存储器)等能够改写的非易失性存储器构成。

[0034] 峰值检测部52基于存储于测距直方图用存储器51的测距直方图(受光数)检测各像素G的各照射周期T中为由阈值决定部53决定的判定阈值以上的受光数的峰值,并确定此时的时刻。在图3的例子中,检测到上述的时刻t11的峰值以及时刻t21的峰值。

[0035] 阈值决定部53决定在判定由峰值检测部52检测出的测距直方图(受光数)的峰值是否是基于照射光Lz的反射光的峰值时使用的阈值(以下,也称为“判定阈值”)。判定阈值基于背景光图像决定。后述判定阈值的决定方法的详细。

[0036] 距离运算部54计算到对象物为止的距离。具体而言,将从照射光Lz的照射时刻到由峰值检测部52检测出的峰值的时刻为止的期间作为飞行时间TOF,计算到对象物为止的距离。在图3的例子中,由峰值检测部52决定判定阈值Thr,距离运算部54由于在时刻t11受光数为判定阈值Thr以上,所以将从时刻t0到时刻t11为止的期间 Δt_1 作为飞行时间TOF,计算到对象物为止的距离。同样地,距离运算部54由于在时刻t21受光数为判定阈值Thr以上,所以将从时刻t2到时刻t21为止的期间 Δt_2 作为飞行时间TOF,计算到对象物为止的距离。

[0037] 背景光图像获取部60获取表示各像素G中的背景光的受光强度的图像亦即背景光图像。背景光图像获取部60具备第一计数器61和第二计数器62。各计数器61、62分别与四个MP用加法器41 ~ 44连接。第一计数器61将照射光Lz的照射周期中前半期间的从四个MP用加法器41 ~ 44输出的受光数相加。第二计数器62将照射光Lz的照射周期中后半期间的从四个MP用加法器41 ~ 44输出的受光数相加。

[0038] 在图3中,横轴表示时刻,纵轴表示从四个MP用加法器41 ~ 44输出的受光数的总计值。从时刻t0到时刻t2为止的期间、以及从时刻t2到时刻t4为止的期间分别表示照射光Lz的照射周期T。时刻t1是从时刻t0到时刻t2为止的期间的1/2的时刻,时刻t3是从时刻t2到时刻t4为止的期间的1/2的时刻。第一计数器61将从时刻t0到时刻t2为止的照射周期T中的前半期间Ta(时刻t0 ~ t1)的受光数相加。同样地,第一计数器61将从时刻t2到时刻t4为止

的照射周期T中的前半期间Ta(时刻t2~t3)的受光数相加。另外,第二计数器62将从时刻t0到时刻t2为止的照射周期T中的后半期间Tb(时刻t1~t2)的受光数相加。同样地,第二计数器62将从时刻t2到时刻t4为止的照射周期T中的后半期间Tb(时刻t3~t4)的受光数相加。

[0039] 在图3的例子中,在从时刻t0到时刻t2为止的照射周期T中在时刻t11产生受光数的峰值。该峰值是由于接收反射光而产生的峰值。此时的时刻t0~t11的期间 Δt_1 相当于飞行时间TOF。同样地,在从时刻t2到时刻t4为止的照射周期T中在时刻t21产生受光数的峰值。该峰值是由于接收反射光而产生的峰值。此时的时刻t2~t21的期间 Δt_2 相当于飞行时间TOF。在本实施方式中,也将受光数的峰值的时刻在图3的例子中是时刻t11以及时刻t21称为峰值时刻。此外,在各照射周期T中,在峰值以外的时刻也测量到不为0(零)的受光数。这是基于背景光的受光数。

[0040] 背景光图像获取部60在由峰值检测部52检测到峰值的情况下,利用前半期间Ta和后半期间Tb中不包含检测到峰值的时期的期间的受光数获取背景光图像。后述这样的背景光图像的获取的详细。此外,虽然背景光图像获取部60按每个像素G具备第一计数器61以及第二计数器62的组,但在图2中为了方便图示,仅示出与一个像素G对应的计数器61、62的组。

[0041] 图2所示的信息获取部81获取与背景光的强度相关的信息(以下,称为“强度相关信息”)。在本实施方式中,强度相关信息对应于下述(i)~(iv)。

[0042] (i)表示背景光图像的强度的受光数的信息。

[0043] (ii)表示车辆500具备的图1所示的前照灯511的点亮状态的信息。

[0044] (iii)表示车辆500具备的图1所示的日照传感器512的检测结果的信息。

[0045] (iv)表示车辆500具备的图1所示的刮水器装置513的动作状态的信息。

[0046] 上述信息(i)从背景光图像获取部60获取。在背景光图像获取部60中,与阈值决定部53相同,求出背景光图像的平均受光数,并将这样的平均受光数的信息作为表示背景光图像的强度的信息发送给信息获取部81。上述信息(ii)是指表示前照灯511点亮还是熄灭的信息,从控制前照灯511的ECU(Electronic Control Unit:电子控制单元)获取。上述信息(iii)是指由日照传感器512检测到的日照量,从控制日照传感器512的ECU获取。上述信息(iv)是指表示刮水器装置513是否进行动作的信息,从控制刮水器装置513的ECU获取。

[0047] 分辨率控制部82根据与由信息获取部81获取的强度相关信息相关的背景光的强度,分别独立地对距离图像和背景光图像设定像素范围的大小,控制距离图像的分辨率、和背景光图像的分辨率。像素用加法器45根据由分辨率控制部82设定的像素范围,从一个像素所包含的全部的MP用加法器获取受光数并相加。另外,背景光图像获取部60根据由分辨率控制部82设定的像素范围,从一个像素所包含的全部的MP用加法器获取受光数并通过第一计数器61或者第二计数器62进行相加。此外,后述分辨率控制部82执行的处理的详细。

[0048] A2.测距处理:

[0049] 图4所示的测距处理是用于测定到对象物为止的距离的处理。若车辆500的点火开关接通则执行这样的测距处理。此外,也可以在车辆500中,在预先受理用户对测距处理的开始以及结束的指示的接口,例如设置于仪表板的物理按钮、或者显示于监视器的菜单画面受理了用户的开始指示的情况下,开始测距处理。每隔照射周期T反复执行测距处理所包含的后述的步骤S105~S150。

[0050] 信息获取部81获取背景光的强度相关信息(步骤S105)。具体而言,将上述的信息(i)~(iv)全部获取。关于信息(i),获取在上次周期求出的背景光图像整体的平均受光数。

[0051] 分辨率控制部82基于在步骤S105得到的强度相关信息,确定照射光Lz的照射范围的亮度环境(步骤S110)。在本实施方式中,亮度环境是指明亮的环境(以下,称为“明环境”)、和比明环境暗的环境(以下,称为“暗环境”)的任意一个。分辨率控制部82在背景光的平均受光数为阈值以上的情况下判断为明环境,在小于阈值的情况下判断为暗环境。在步骤S110中,在上述信息(i)示出背景光图像的平均受光数为阈值以上,上述信息(ii)表示前照灯511为熄灭状态,上述信息(iii)表示日照传感器12的检测结果为规定的日照量阈值以上,上述(iv)表示刮水器装置513未进行动作的情况下,确定为明环境,在其以外的情况下确定为暗环境。一般而言,在车辆500在晴天的白天在与建筑物的阴影、隧道内等不同的场所行驶中的情况下确定为明环境。与此相对,在夜晚的情况、在建筑物的阴影、隧道内行驶中的情况等,确定为暗环境。

[0052] 分辨率控制部82根据在步骤S110确定出的亮度环境,分别独立地对距离图像、和背景光图像决定分辨率(步骤S115)。

[0053] 在步骤S115中,分辨率控制部82在明环境下,对于距离图像Fd1,通过使像素范围比基准像素范围大来降低分辨率,对于背景光图像Fb1,使像素范围为基准像素范围。如图5所示,明环境的距离图像Fd1的像素Gd1的大小比背景光图像Fb1的像素Gb1即像素G的大小大。换句话说,距离图像与背景光图像相比成为低分辨能力。在本实施方式中,像素Gd1的横向是像素G的横向的三倍,像素Gd1的纵向是像素G的纵向的四倍。此外,像素Gd1的具体大小并不限于本实施方式的大小,也可以是比像素G大的任意的大小。

[0054] 另外,在步骤S115中,分辨率控制部82在暗环境下,使距离图像Fd2的像素范围为基准像素范围,对于背景光图像Fb2,通过增大像素范围来降低分辨率。图6所示的暗环境的背景光图像Fb2的像素范围与图5所示的明环境的距离图像Fd1的像素范围相同。此外,也可以使暗环境的背景光图像Fb2的像素范围与明环境的距离图像Fd1的像素范围不同。但是,要比基准像素范围(像素G)的大小大。换句话说,背景光图像与距离图像相比成为低分辨能力。后述步骤S115中的这样的分辨率的设定理由。此外,在图5、6中,仅示出各像素(像素范围)的大小,省略各像素中的受光强度。

[0055] 如图4所示,分辨率控制部82根据在步骤S115决定的距离图像的分辨率即距离图像的像素范围,将MP用加法器与像素用加法器45建立对应关系,背景光图像获取部60根据在步骤S115决定的距离图像的分辨率即距离图像的像素范围,将MP用加法器与两个计数器61、62建立对应关系(步骤S120)。例如,对于图5所示的明环境的距离图像来说,与图2所示的基准像素范围(像素G)相比,将横向三倍的数目的MP用加法器、和纵向四倍的数目的MP用加法器与一个像素用加法器45建立对应关系。另外,例如,对于图5所示的明环境的背景光图像来说,如图2那样,将四个MP用加法器41~44分别与两个计数器61、62建立对应关系。

[0056] 如图4所示,照射部20照射照射光Lz(步骤S125)。在存在对象物OB的情况下,由受光要素31接收来自对象物OB的反射光并输出受光信号。然后,在步骤S120中与MP用加法器建立了对应关系的像素用加法器45将受光数相加,并且在两个计数器61、62将受光数相加。

[0057] 距离图像获取部50获取距离图像即表示各像素的受光数的信息(步骤S130)。背景光图像获取部60获取背景光图像(步骤S135)。对背景光图像的获取方法进行说明。首先,背

景光图像获取部60对每个像素G确定在上一次的照射周期T的前半期间Ta和后半期间Tb中的哪一个检测到峰值。接下来,使用第一计数器61以及第二计数器62确定与确定为检测到峰值的期间的期间对应的这次的照射周期T中的期间的受光数。例如,如图3所示,图2所示的像素G在时刻 $t_0 \sim t_2$ 的照射周期T中,在前半期间Ta检测到峰值,所以在接下来的时刻 $t_2 \sim t_4$ 的照射周期T中确定后半期间Tb的受光数即第二计数器62的值作为背景光图像的受光数。然后,背景光图像获取部60对各像素G,将在这次的照射周期T中确定出的受光数换算并确定为在整个照射周期T的受光数。例如,如上述那样,在确定出后半期间Tb的受光数即第二计数器62的值的值的情况下,通过使这样的值成为二倍,来确定在整个照射周期T的受光数。与此相反,在确定出前半期间Ta的受光数即第一计数器61的值的值的情况下也相同,通过使这样的值成为二倍,来确定在整个照射周期T的受光数。并且,在假设在前半期间Ta和后半期间Tb的任何一个均未检测到峰值的情况下,将使第一计数器61的值与第二计数器62的值相加后的值确定为在整个照射周期T的受光数。此外,背景光也可以不使用相加的值,而使用平均后的值。另外,照射周期T的1/2的期间即前半期间Ta以及后半期间Tb相当于本发明中的单位期间的下位概念。

[0058] 如图4所示,阈值决定部53利用在步骤S135中获取的背景光图像决定判定阈值(步骤S140)。此时,根据距离图像的分辨率,对每个像素G决定判定阈值。例如,对图5所示的距离图像Fd1的一个像素Gd1,求出在背景光图像中对应的位置存在的共计十二个像素Gb1的背景光图像的受光数的平均值,并将判定阈值决定为比这样的平均值大的值。

[0059] 峰值检测部52将在步骤S140决定的判定阈值应用于在步骤S130获取的距离图像,确定峰值时刻(步骤S145)。如上述那样,在图3的例子中,确定时刻 t_{11} 、 t_{21} 作为峰值时刻。

[0060] 距离运算部54利用在步骤S145确定出的峰值时刻,计算到对象物OB为止的距离(步骤S150)。

[0061] 这里,对在上述的步骤S115中,通过使明环境下的距离图像的像素范围、和暗环境下的背景光图像的像素范围比基准像素范围大来降低分辨率的理由进行说明。在明环境下,背景光较强,所以在以较少的SPAD构成一个像素的情况下,在各像素中检测到的反射光与背景光的强度比较小,换句话说,S/N比劣化,而不能正确地确定反射光(对象物OB)。因此,在本实施方式中,对明环境的距离图像,通过使像素范围比基准像素范围大来降低分辨率,由此,以较多的SPAD构成一个像素,从而抑制噪声(背景光)的影响而正确地确定出反射光(对象物OB)。

[0062] 另外,在暗环境下,背景光的亮度较弱,所以在以较少的SPAD构成一个像素的情况下,有几乎检测不到背景光的担心。因此,在本实施方式中,对暗环境的背景光图像,通过使像素范围比基准像素范围大来降低分辨率,由此,以较多的SPAD构成一个像素,从而正确地确定出背景光。

[0063] 根据以上说明的第一实施方式的测距装置10,根据与获取的强度相关信息相关的背景光的强度,分别独立地对距离图像和背景光图像设定像素范围的大小,控制距离图像的分辨率和背景光图像的分辨率,所以能够根据测距装置的使用环境,适当地设定距离图像以及背景光图像的分辨率。

[0064] 另外,在为明环境的情况下,即在背景光的强度较高的情况下,与该强度较低的情况相比,较大地设定距离图像的像素范围的大小来降低分辨率,所以抑制噪声(背景光)的

影响而正确地确定出反射光(对象物OB)。因此,即使在对象物OB存在于车辆500的远距离的情况下,也能够正确地测定到对象物OB为止的距离。

[0065] 另外,在为暗环境的情况下,即在背景光的强度较低的情况下,与该强度较高的情况相比,较大地设定背景光图像的像素范围的大小来降低分辨率,所以能够正确地确定背景光。因此,能够设定适当的值作为判定阈值,能够正确地检测来自对象物OB的反射光(峰值)。

[0066] 另外,利用上述的四个信息(i)~(iv)确定亮度环境即背景光的强度的高低,所以能够正确地确定这样的亮度环境。

[0067] 另外,由于具备SPAD作为受光要素31,所以能够精度良好地确定各像素G中的受光的有无。

[0068] 另外,由于利用构成照射周期T的两个前半期间Ta、后半期间Tb中未检测到峰值的期间的受光数获取决定判定阈值时使用的背景光图像,所以能够不受到反射光的影响而精度良好地确定背景光的强度。另外,为了获取背景光图像,不需要例如照射光Lz的照射前的期间等与照射周期T不同的期间,所以能够高效地获取背景光图像。另外,由于在每个照射周期T获取背景光图像,所以即使在亮度环境在照射范围内部分地变化的情况下也能够将判定阈值设定为适当的值。

[0069] B.第二实施方式:

[0070] 第二实施方式的测距装置10的装置构成与第一实施方式的测距装置10相同,所以对相同的构成要素标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。另外,第二实施方式的测距处理的过程与图4所示的第一实施方式的测距处理的过程相同,所以对相同的过程标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。

[0071] 在第二实施方式的测距装置10中,测距处理的步骤S115的详细过程与第一实施方式不同。具体而言,分辨率控制部82在明环境下,使距离图像的像素范围为基准像素范围,对于背景光图像,通过减小像素范围来提高分辨率。另外,分辨率控制部82在暗环境下,对于距离图像,通过使像素范围比基准像素范围小来提高分辨率,对于背景光图像,使像素范围为基准像素范围。

[0072] 在明环境下,背景光较强,所以即使是较少的SPAD也能够充分地检测背景光的强度。因此,通过减小像素范围,能够以较高的分辨能力获取背景光的强度。

[0073] 另外,在暗环境下,作为噪声的背景光较弱,所以容易识别来自对象物的反射光。因此,即使减小像素范围也能够正确地确定反射光,另外,能够获取高精度并且高分辨能力的距离图像。因此,能够正确地确定存在于远距离的对象物OB,另外,能够正确地确定存在于近距离的较小的对象物OB。

[0074] 以上说明的第二实施方式的测距装置10具有与第一实施方式的测距装置10相同的效果。除此之外,在明环境下,对于背景光图像通过减小像素范围来提高分辨率,所以能够以较高的分辨能力获取背景光的强度。另外,在暗环境下,对于距离图像通过使像素范围比基准像素范围小来提高分辨率,所以能够以较高的分辨能力获取距离图像。因此,能够正确地确定存在于远距离的对象物OB,另外,能够正确地确定存在于近距离的较小的对象物OB。

[0075] C.第三实施方式:

[0076] 第三实施方式的测距装置10的装置构成与第一实施方式的测距装置10相同,所以对相同的构成要素标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。图7所示的第三实施方式的测距处理在代替步骤S105、S110、S115、S140、S145、S150,而执行步骤S105a、S110a、S115a、S140a、S145a、S150a这一点,与第一实施方式的测距处理不同。第三实施方式的测距处理的其它的过程与第一实施方式的测距处理的过程相同,所以对相同的过程标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。

[0077] 信息获取部81按规定区域获取背景光的强度相关信息(步骤S105a)。在本实施方式中,规定区域是纵向为像素G(基准像素范围)的四倍,横向为像素G(基准像素范围)的三倍的矩形区域。此外,在步骤S105a中,仅对上述信息(i)~(iv)中的上述(i)按规定区域进行获取,对其它三个信息(ii)~(iv),与第一实施方式相同地进行获取。对于信息(i)来说,获取规定区域所包含的各像素G的背景光的像素值(在上一次的照射周期T未检测到峰值的期间的受光数的总计值)。

[0078] 分辨率控制部82基于在步骤S105a得到的强度相关信息,对每个规定区域确定照射光Lz的照射范围的亮度环境(明环境或者暗环境)(步骤S110a)。在本实施方式中,在作为亮度环境,划分为三个阶段的环境进行确定这一点,与第一实施方式不同。即,划分为背景光的平均受光数比第一阈值高的明环境、背景光的平均受光数为第一阈值以下并且比第二阈值大的中环境、以及为第二阈值以下的暗环境共计三个阶段的环境进行确定。此外,第二阈值是比第一阈值低的值。

[0079] 分辨率控制部82根据在步骤S110a确定出的亮度环境,对于距离图像、和背景光图像分别独立地按规定区域决定分辨率(步骤S115a)。

[0080] 图8所示的图像Fg0示出执行测距处理时的车辆500的前方的周边环境的一个例子。在该例中,在车辆500的前方存在太阳SN、和在道路RD的相反车道行驶的对向车辆CA。

[0081] 在从车辆500观察存在太阳SN的区域,背景光较强。因此,对于这样的区域所包含的规定区域,确定为明环境。因此,如图9的上段所示,在距离图像Fg1中,对于与太阳SN对应的区域P11所包含的规定区域,将较大的像素范围确定为一个像素Gd3。与此相对,对于距离图像Fg1中除了区域P11之外的其它的区域P12所包含的规定区域,确定为中环境,将中等程度的大小的像素范围确定为一个像素Gd4。在本实施方式中,距离图像中被确定为明环境的规定区域的像素范围与规定区域相同,是纵向为像素G(基准像素范围)的四倍,横向为像素G(基准像素范围)的三倍的矩形区域。另外,距离图像中确定为中环境的规定区域的像素范围是纵向为像素G(基准像素范围)的两倍,横向为像素G(基准像素范围)的一倍的矩形区域。

[0082] 如图9的下段所示,在背景光图像Fg2中,对于确定为明环境的区域P11所包含的规定区域,将较小的像素范围确定为一个像素Gb3。与此相对,对于背景光图像Fg2中除了区域P11之外的其它的区域P12所包含的规定区域,将中等程度的像素范围确定为一个像素Gb4。在本实施方式中,背景光图像中被确定为明环境的规定区域的像素范围与基准像素范围相同。另外,背景光图像中被确定为中环境的规定区域的像素范围是纵向为像素G(基准像素范围)的两倍,横向为像素G(基准像素范围)的一倍的矩形区域。此外,背景光图像Fg2中的区域P11相当于本发明中的明部的下位概念。另外,背景光图像Fg2中的区域P12相当于本发明中的除了明部之外的其它的部分的下位概念。另外,距离图像Fg1中的区域P11相当于本

发明中的明部对应部的下位概念。另外,距离图像Fg1中的区域P12相当于本发明中的除了明部对应部之外的其它的部分的下位概念。

[0083] 图10所示的图像Fg3示出执行测距处理时的车辆500的前方的周边环境的其它的例子。在该例中,在车辆500的前方存在建筑物BD、和在道路RD的相反车道行驶的对向车辆CA。建筑物BD的阴影SD延伸到道路RD。

[0084] 在从车辆500观察时,在阴影SD存在的区域中,背景光较弱。因此,对于这样的区域所包含的规定区域,确定为暗环境。因此,如图11的上段所示,在距离图像Fg4中,对与阴影SD对应的区域P41所包含的规定区域,将较小的像素范围确定为一个像素Gd5。与此相对,对距离图像Fg4中除了区域P41之外的其它的区域P42所包含的规定区域,确定为中环境,并将中等程度的大小的像素范围确定为一个像素Gd6。在本实施方式中,距离图像中被确定为暗环境的规定区域的像素范围与基准像素范围相同。

[0085] 如图11的下段所示,在背景光图像Fg5中,对确定为暗环境的区域P41所包含的规定区域,将较大的像素范围确定为一个像素Gb5。与此相对,对背景光图像Fg5中除了区域P41之外的其它的区域P42所包含的规定区域,判定为中环境,并将中等程度的大小的像素范围确定为一个像素Gb6。此外,背景光图像Fg5中的区域P42相当于本发明中的明部的下位概念。另外,背景光图像Fg5中的区域P41相当于本发明中的除了明部之外的其它的部分的下位概念。另外,距离图像Fg4中的区域P42相当于本发明中的明部对应部的下位概念。另外,距离图像Fg4中的区域P41相当于本发明中的除了明部对应部之外的其它的部分的下位概念。

[0086] 如图7所示,在步骤S115a的执行后,执行上述的步骤120~S150。

[0087] 以上说明的第三实施方式的测距装置10具有与第一实施方式的测距装置10相同的效果。除此之外,由于按规定区域判定亮度环境,并设定距离图像的分辨率,所以能够在背景光(噪声)较弱的区域,以较高的分辨能力测定距离、反射光,另外,即使在背景光较强的区域也能够精度良好地确定距离、反射光。另外,由于按规定区域判定亮度环境,并设定背景光图像的分辨率,所以即使是背景光(噪声)较弱的区域也能够精度良好地确定背景光,另外,在背景光(噪声)较强的区域,能够设定更适当的值作为判定阈值。

[0088] D. 第四实施方式:

[0089] 如图12所示,第四实施方式的测距装置10a在代替MP用加法器41~44而具备测距直方图用存储器91、92、93、94这一点、和代替距离图像获取部50而具备距离图像获取部50a这一点,与第一实施方式的测距装置10不同。第四实施方式的测距装置10a中的其它的构成与第一实施方式的测距装置10相同,所以对相同的构成要素标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。

[0090] 测距直方图用存储器91与构成宏像素MP1的各受光要素31连接,并存储宏像素MP1的直方图,也就是按单位期间排列了从宏像素MP1内的受光要素31输出的受光信号的数目的直方图。同样地,其它的测距直方图用存储器91~94存储关于宏像素MP2~MP4的直方图,也就是按单位期间排列了从宏像素MP2~MP4内的受光要素31输出的受光信号的数目的直方图。

[0091] 距离图像获取部50a在不具备测距直方图用存储器51这一点、和具备像素用加法器45这一点,与第一实施方式的距离图像获取部50不同。第四实施方式的距离图像获取部

50a中的其它的构成与第一实施方式的距离图像获取部50相同,所以对相同的构成要素标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。

[0092] 在第四实施方式中,像素用加法器45与上述的各测距直方图用存储器91~94连接。像素用加法器45根据由分辨率控制部82设定的像素范围,从自测距直方图用存储器91~94中选择的测距直方图用存储器获取直方图,并将这些直方图相加(进行总计)生成测距直方图。例如,在明环境的情况下,对于距离图像,可以将四个宏像素MP1~MP4的直方图全部相加作为一个像素的测距直方图。另一方面,对于明环境的背景光图像,可以将宏像素MP1的直方图与宏像素MP4的直方图相加作为一个像素的测距直方图,同样地,将宏像素MP2的直方图与宏像素MP3的直方图相加作为一个像素的测距直方图。

[0093] 图13所示的第四实施方式的测距处理在代替步骤S120而执行步骤S120a这一点、省略步骤S125~S135这一点、以及追加执行步骤S126以及S128这一点,与第一实施方式的测距处理不同。第四实施方式的测距处理中的其它的过程与第一实施方式的测距处理相同,所以对相同的过程标注相同的附图标记,并省略其详细的说明。

[0094] 在完成步骤S115后,分辨率控制部82根据在步骤S115决定的距离图像的分辨率即距离图像的像素范围,将测距直方图用存储器与像素用加法器45建立对应关系,背景光图像获取部60根据在步骤S115决定的距离图像的分辨率即距离图像的像素范围,将测距直方图用存储器与两个计数器61、62建立对应关系(步骤S120a)。在这样的步骤S120a之后,省略照射光Lz的照射(步骤S125),而根据在步骤S115设定的分辨率,将选择的宏像素MP的背景光相加来获取背景光图像(步骤S126)。同样地,根据基于在步骤S115设定的分辨率,由像素用加法器45相加生成的直方图,获取距离图像(步骤S128)。如上述那样,在第四实施方式的测距装置10a中,对各宏像素MP1~MP4设置测距直方图用存储器91~94,所以已经得到各宏像素MP1~MP4中的受光数的信息。因此,在步骤S115中分别对距离图像和背景光图像决定分辨率之后,即使不重新照射照射光Lz,也能够基于存储于测距直方图用存储器91~94的数据(测距直方图),决定判定阈值,确定峰值时刻,并计算距离。在完成步骤S128后,执行上述的步骤S140~S150。

[0095] 以上说明的第四实施方式的测距装置10a具有与第一实施方式的测距装置10相同的效果。

[0096] E. 其它的实施方式:

[0097] (E1) 在各实施方式中,在步骤S140中决定判定阈值时,对每个像素G决定判定阈值,但本发明并不限于此。例如,也可以在图像整体决定一个判定阈值。在这样的构成中,例如也可以求出全部的像素G的像素值(受光数)的平均值,并将判定阈值决定为比这样的平均值大的值。另外,在各实施方式中,判定阈值是相对于距离图像的一个像素存在于背景光图像中对应的位置的全部的像素的受光数的平均值,但本发明并不限于此。例如,也可以是相对于距离图像的一个像素存在于背景光图像中对应的位置的全部的像素的方差或者中值等统计值。

[0098] (E2) 在各实施方式中,对于确定亮度环境时使用的强度相关信息中的信息(i)来说,是表示上一次的照射周期T中的背景光图像的强度的受光数,但本发明并不限于此。例如,也可以使用表示上上次的照射周期T中的背景光图像的强度的受光数。另外,例如,也可以使用上一次以前的多个照射周期T中的背景光图像的强度的平均值、总计值、中值、方

差等统计值。

[0099] (E3) 在各实施方式中,确定亮度环境时使用的强度相关信息为信息(i)~(iv)共计四个,但本发明并不限于此。例如,也可以构成为用户通过视觉确认等判断亮度环境,并将该判断结果从规定的用户界面输入到车辆500。在这样的构成中,从规定的用户界面输入的信息相当于强度相关信息。另外,例如,也可以省略信息(i)~(iv)的一部分。另外,例如,也可以使用通过搭载于车辆500的麦克获取的声音的大小、高低等作为强度相关信息。在这样的构成中,例如也可以在声音比阈值强度大的情况下,推断为白天而确定为明环境,在阈值强度以下的情况下,推断为夜晚而确定为暗环境。

[0100] (E4) 在各实施方式中,在测距处理中,决定距离图像的分辨率和背景光图像的分辨率,但也可以将这样的分辨率的决定作为与测距处理不同的处理来执行。具体而言,作为分辨率决定处理,首先进行照射光Lz的照射以及反射光的受光,其后执行上述的步骤S105~S120、和S140。在测距处理中,执行步骤S125、S130、S135、S145、S150。在这样的构成中,也起到与各实施方式相同的效果。

[0101] (E5) 在各实施方式中,在测距处理中获取的图像为距离图像和背景光图像两种,但也可以除了这些图像之外,还获取表示各像素中的来自对象物OB的反射率的图像(以下,称为“反射强度图像”)。此外,也可以在这样的反射强度图像中,决定与距离图像相同的分辨率。

[0102] (E6) 各实施方式的测距装置10例如能够应用于以下的装置。例如,能够应用于生成车辆500的行驶路径的路径生成装置。在这样的构成中,也可以在生成在行驶中的道路上避开障碍物的路径时,利用由测距装置10检测出的到对象物OB为止的距离。另外,例如能够应用于自动驾驶控制装置。在这样的构成中,也可以利用由测距装置10检测出的到对象物OB为止的距离,决定车辆500的速度、转向操纵量。另外,例如,能够应用于用于将到对象物OB为止的距离显示给车辆500的乘客的检测结果显示装置。在这样的构成中,车辆500的乘客能够在视觉上确认到存在于车辆500的前方的物体为止的距离。另外,例如能够应用于对远程操作控制装置通知车辆500的周围的状态的远程信息获取装置。在这样的构成中,除了到对象物OB为止的距离的信息之外,也可以向对车辆500进行远程操作的操作人员侧的远程操作控制装置(例如,服务器装置)发送距离图像、背景光图像。另外,例如,也可以代替搭载于车辆500,而固定设置测距装置10。例如,也可以将测距装置10搭载于监视照相机(定点照相机),获取图像,并且测定到对象物OB为止的距离。

[0103] (E7) 在各实施方式中,利用构成照射周期T的两个前半期间Ta、后半期间Tb中未检测到峰值的期间的受光数获取决定判定阈值时使用的背景光图像,但本发明并不限于此。例如,也可以不管峰值的有无,而利用照射周期T的全部的期间的合计受光数进行获取。在这样的构成中,例如也可以将对照射周期T的全部的期间的合计受光数乘以规定比例得到的值设定为判定阈值。另外,虽然在各实施方式中,将前半期间Ta和后半期间Tb均匀地二等分,但本发明并不限于此。例如,也可以进行十等分,使前半期间Ta为9/10,并使后半期间Tb为剩余(1/10)。另外,这样一来,能够将后半期间Tb的受光限定为来自对象物几乎肯定不存在的非常远的距离的反射光的受光,也就是非照射期间获取的受光。因此,也可以省略背景光图像获取部60的峰值判定,并将后半期间Tb的合计受光数作为背景光强度。另外,也可以代替合计受光数,而使用受光数的平均值、中值、标准偏差、方差等任意的种类的统计

值,作为背景光。

[0104] (E8) 各实施方式中的测距装置10的构成仅为一个例子,能够进行各种变更。例如,在第一、第二实施方式中亮度环境为两个阶段,在第三实施方式中亮度环境为三个阶段,但也可以是任意的数目的阶段。另外,各亮度环境下的各图像(距离图像以及背景光图像)的分辨率(像素范围的大小)也可以设定为任意的值。另外,第三实施方式的规定区域的大小也可以是任意的大小。例如,也可以将对距离图像以及背景光图像的整体进行四等分后的一个作为规定区域。另外,也可以使用SPAD以外的任意的受光元件作为受光要素31。

[0105] (E9) 本发明所记载的测距装置10及其方法也可以由通过构成被编程为执行通过计算机程序具体化的一个或者多个功能的处理器以及存储器来提供的专用计算机实现。或者,本发明所记载的测距装置10及其方法也可以利用通过由一个以上的专用硬件逻辑电路构成处理器来提供的专用计算机实现。或者,本发明所记载的测距装置10及其方法也可以利用通过被编程为执行一个或者多个功能的处理器以及存储器与通过一个以上的硬件逻辑电路构成的处理器的组合构成的一个以上的专用计算机实现。另外,计算机程序也可以作为由计算机执行的指令,存储于计算机能够读取的非瞬态有形记录介质。

[0106] 本发明并不限于上述的实施方式,能够在不脱离其主旨的范围内以各种构成实现。例如,为了解决上述的课题的一部分或者全部,或者,为了实现上述的效果的一部分或者全部,发明内容一栏所记载的方式中的技术特征所对应的各实施方式中的技术特征能够适当地进行替换、组合。另外,若该技术特征在本说明书中未作为必须的特征进行说明,则能够适当地删除。

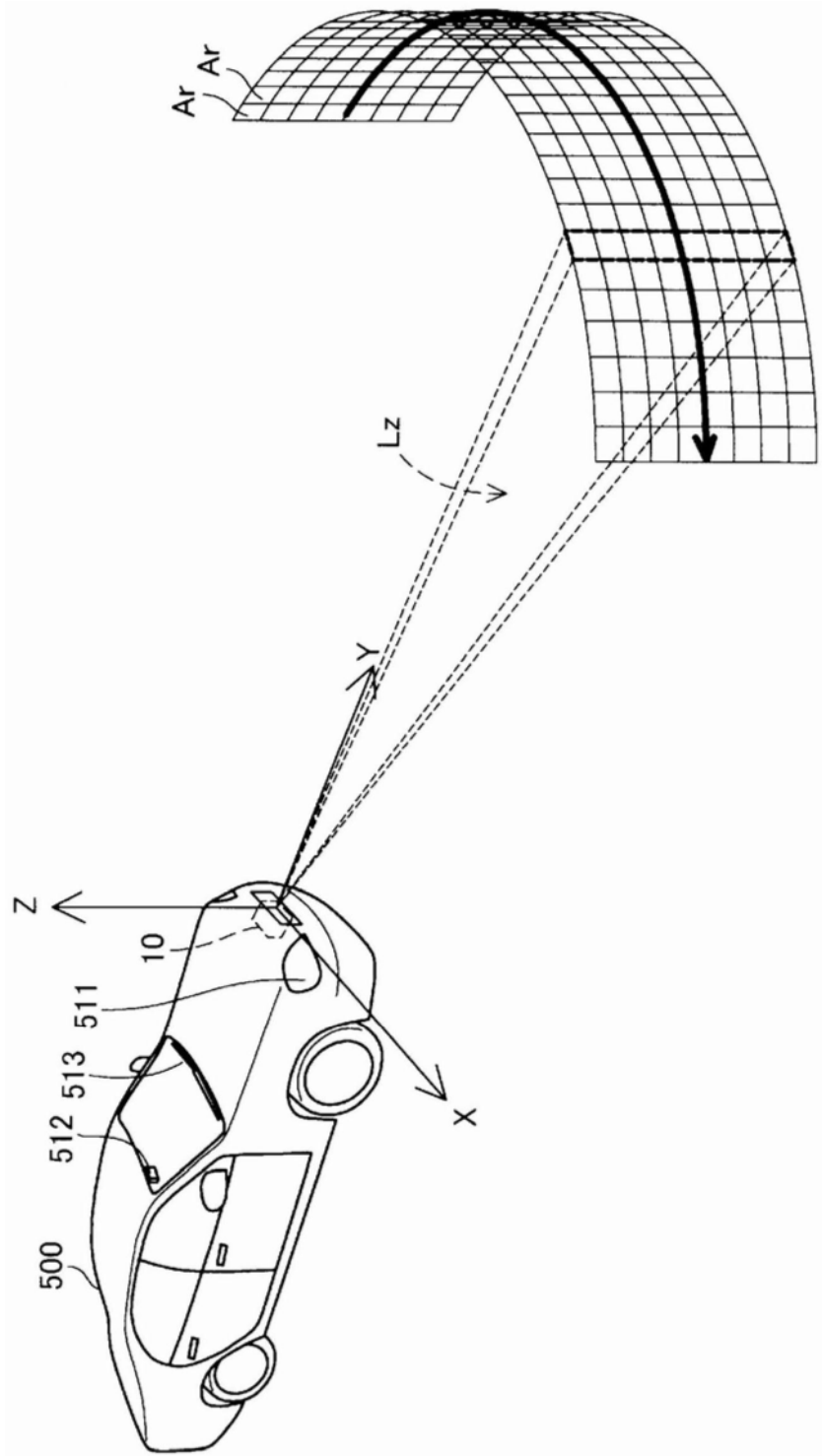


图1

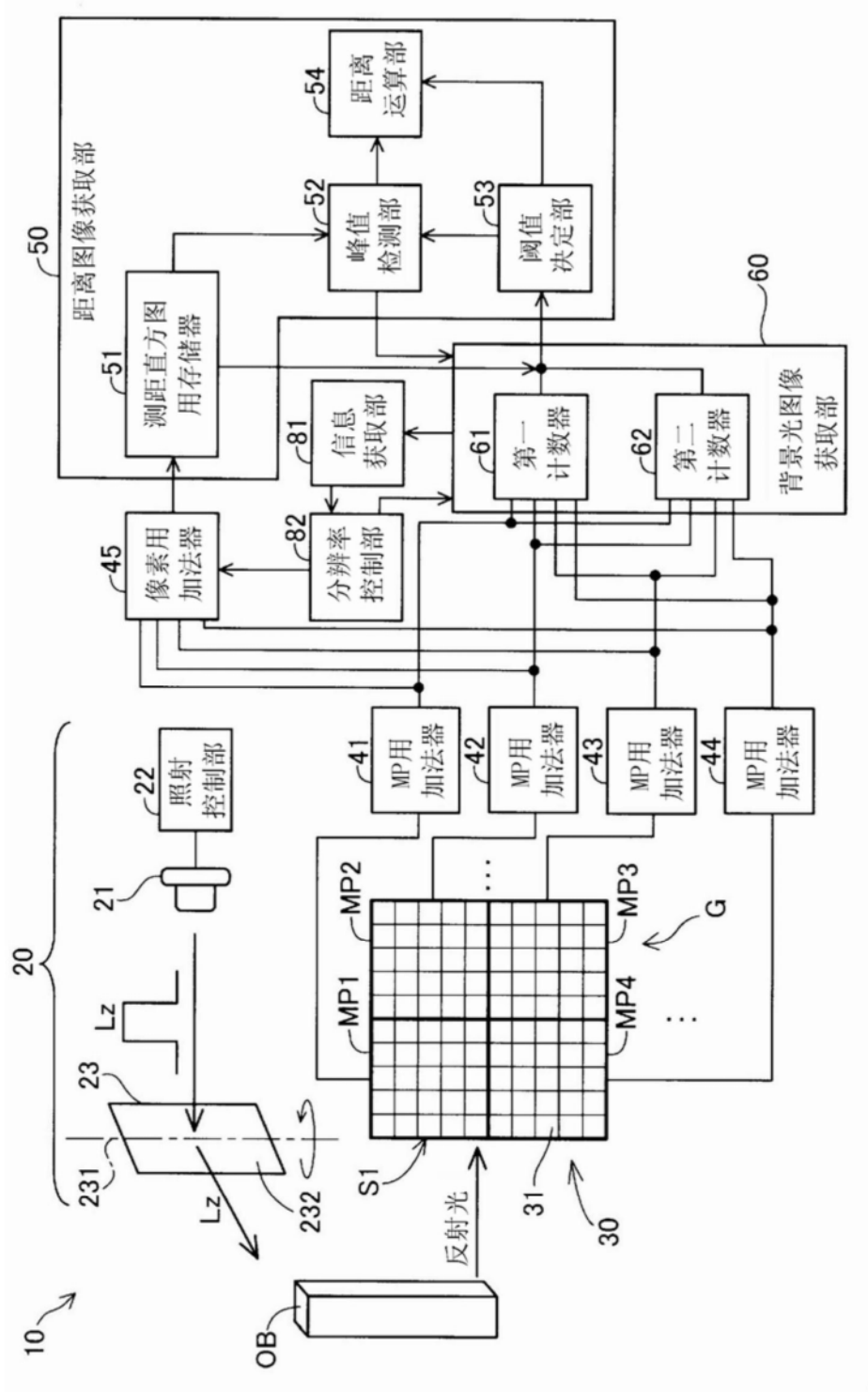


图2

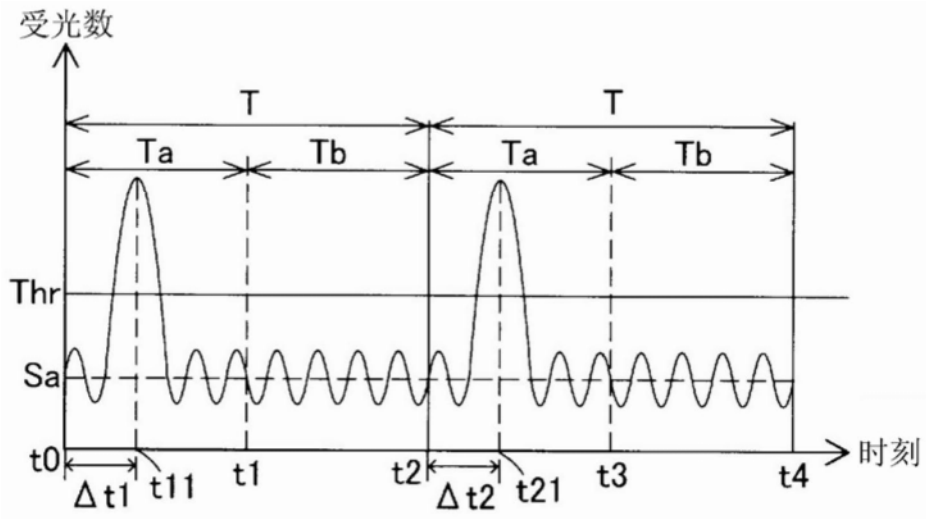


图3

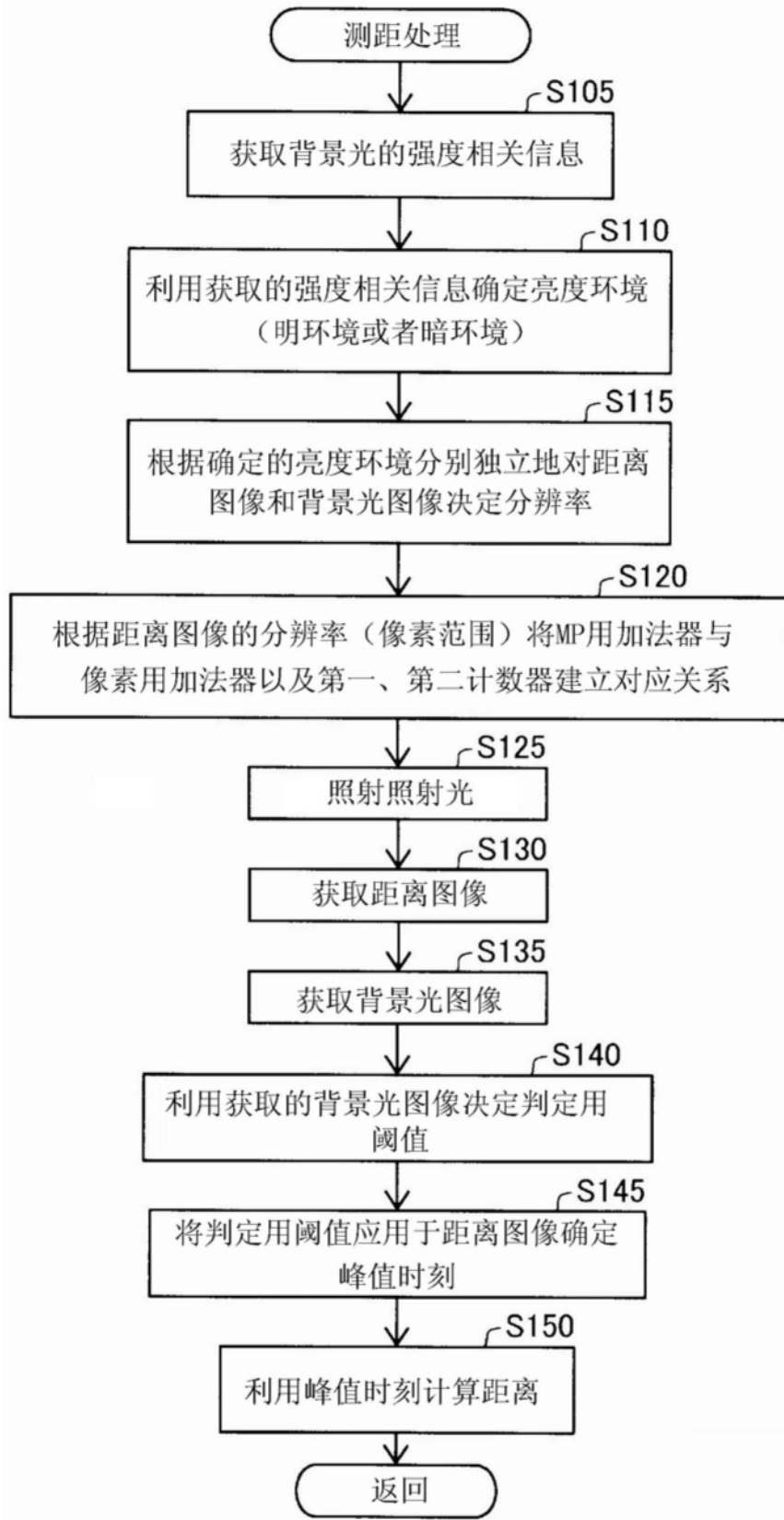


图4

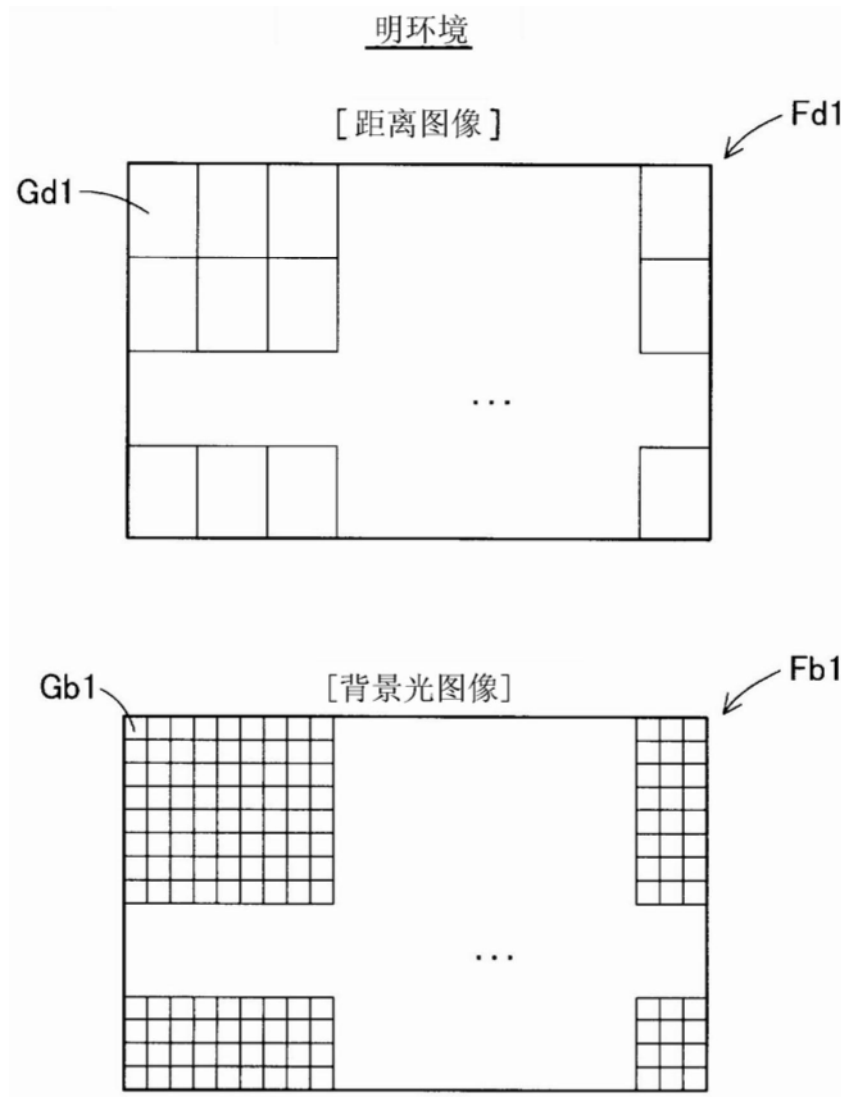


图5

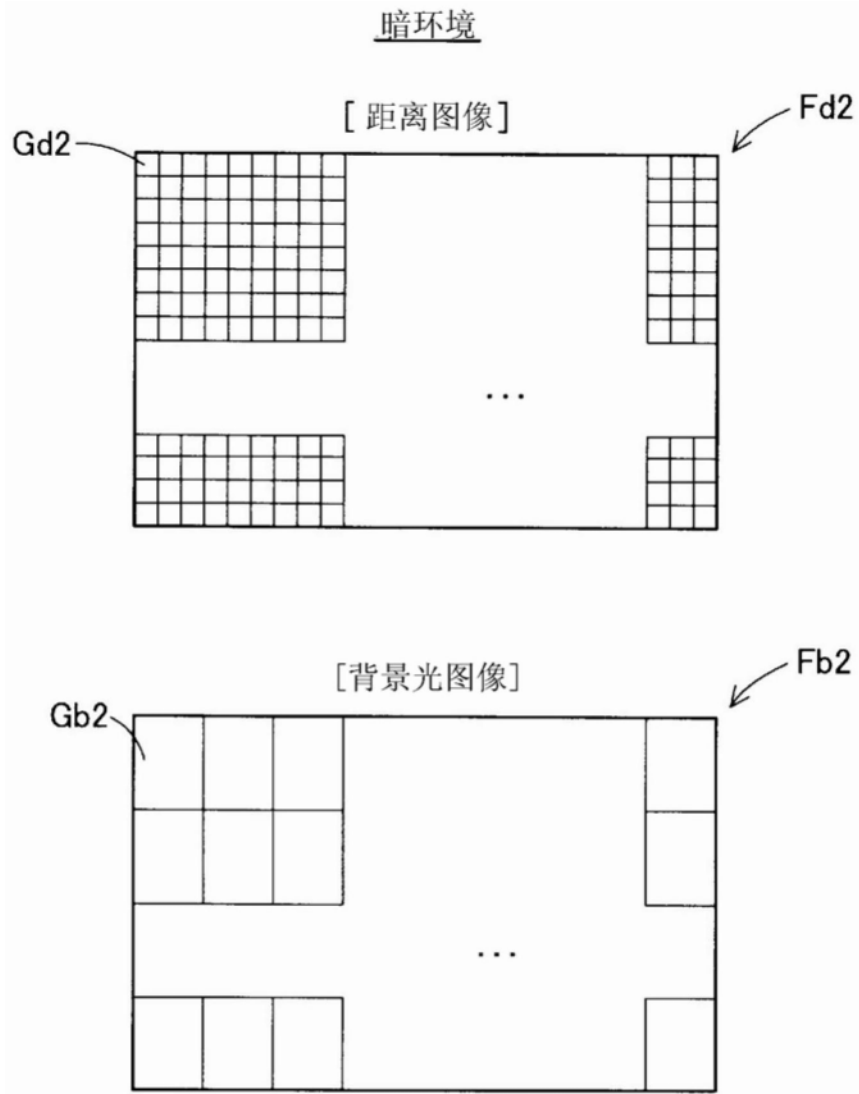


图6

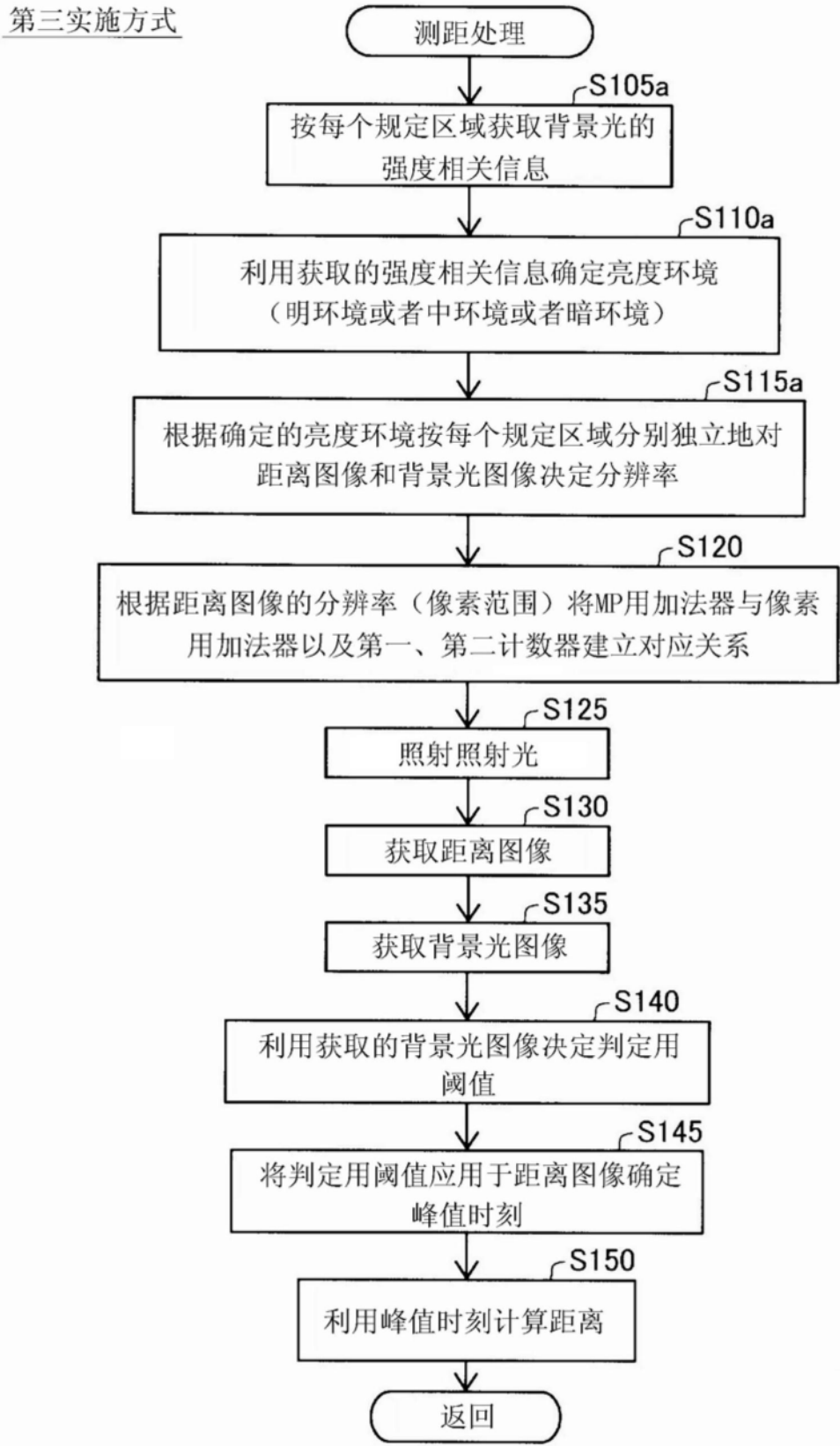


图7

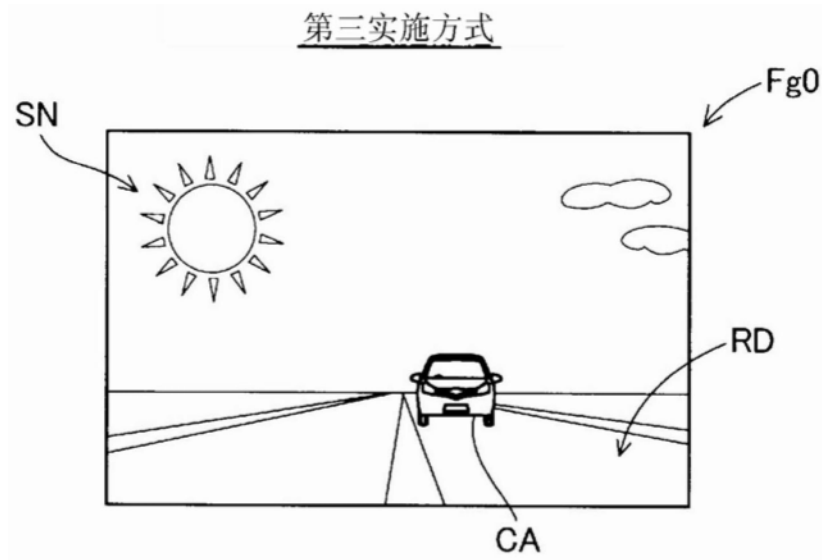


图8

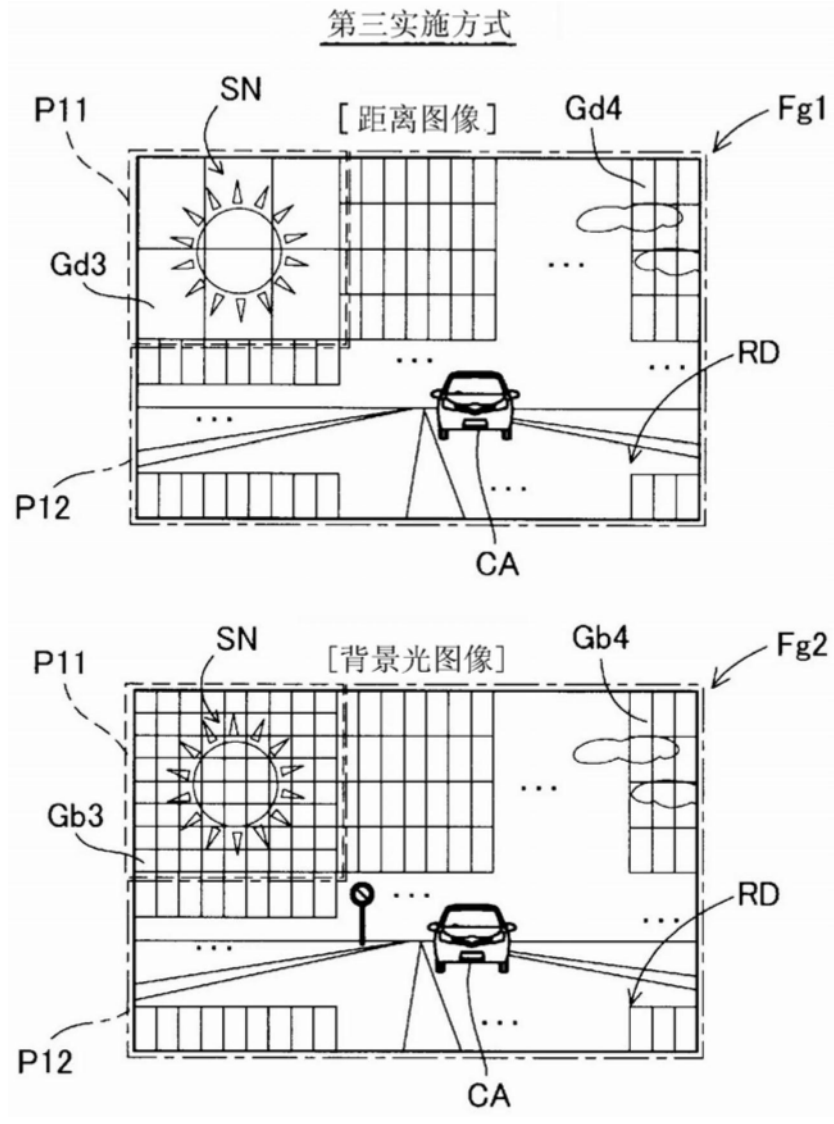


图9

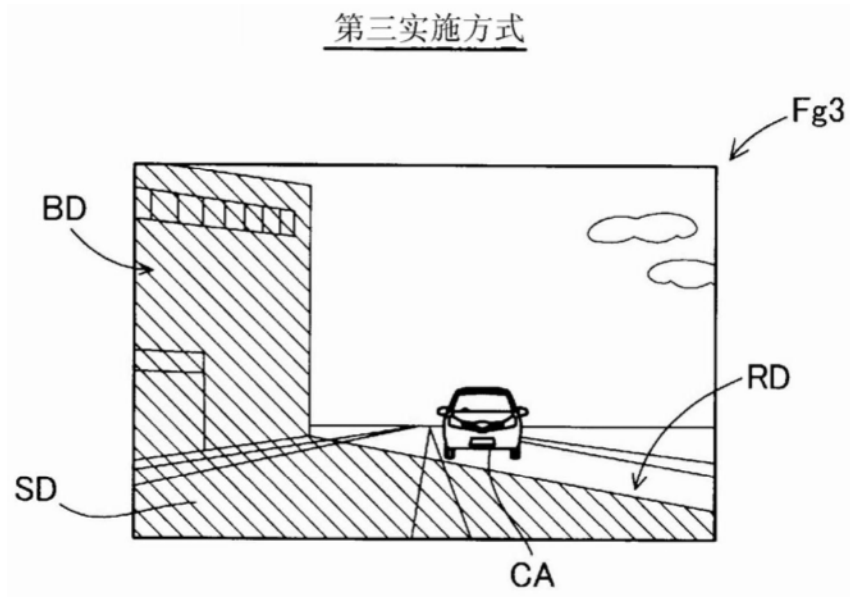


图10

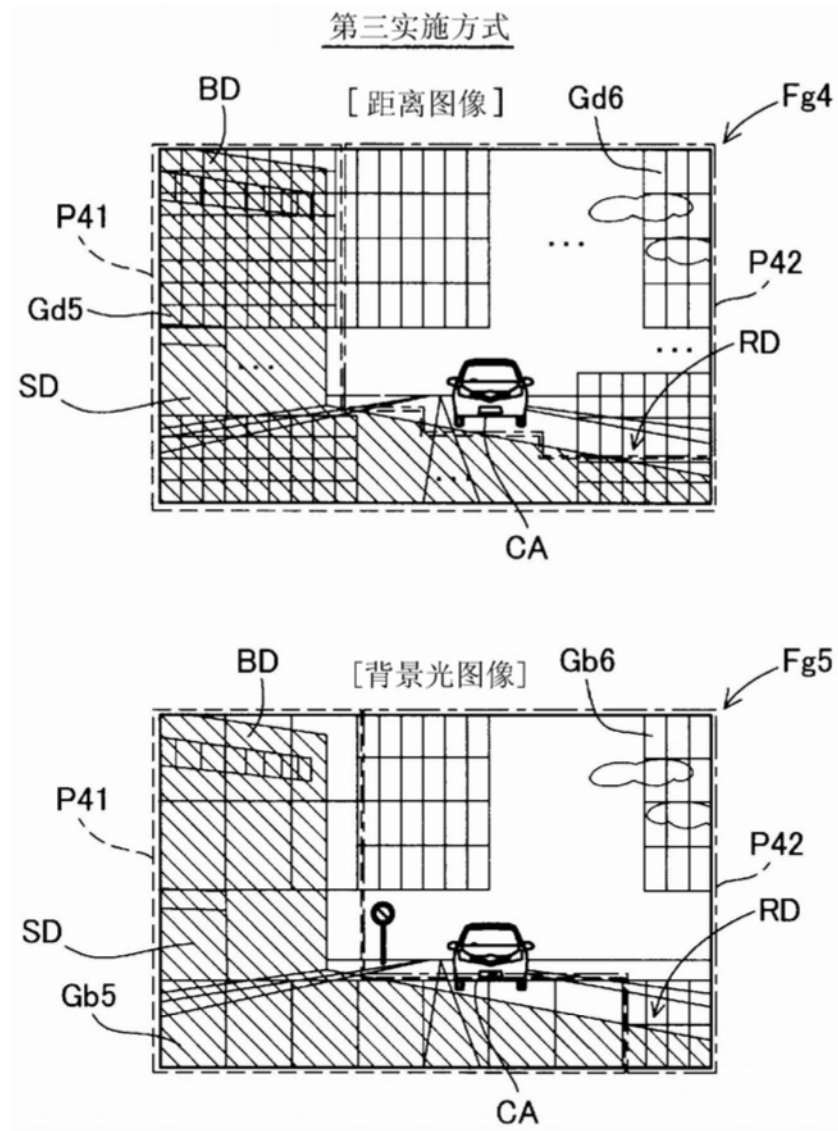


图11

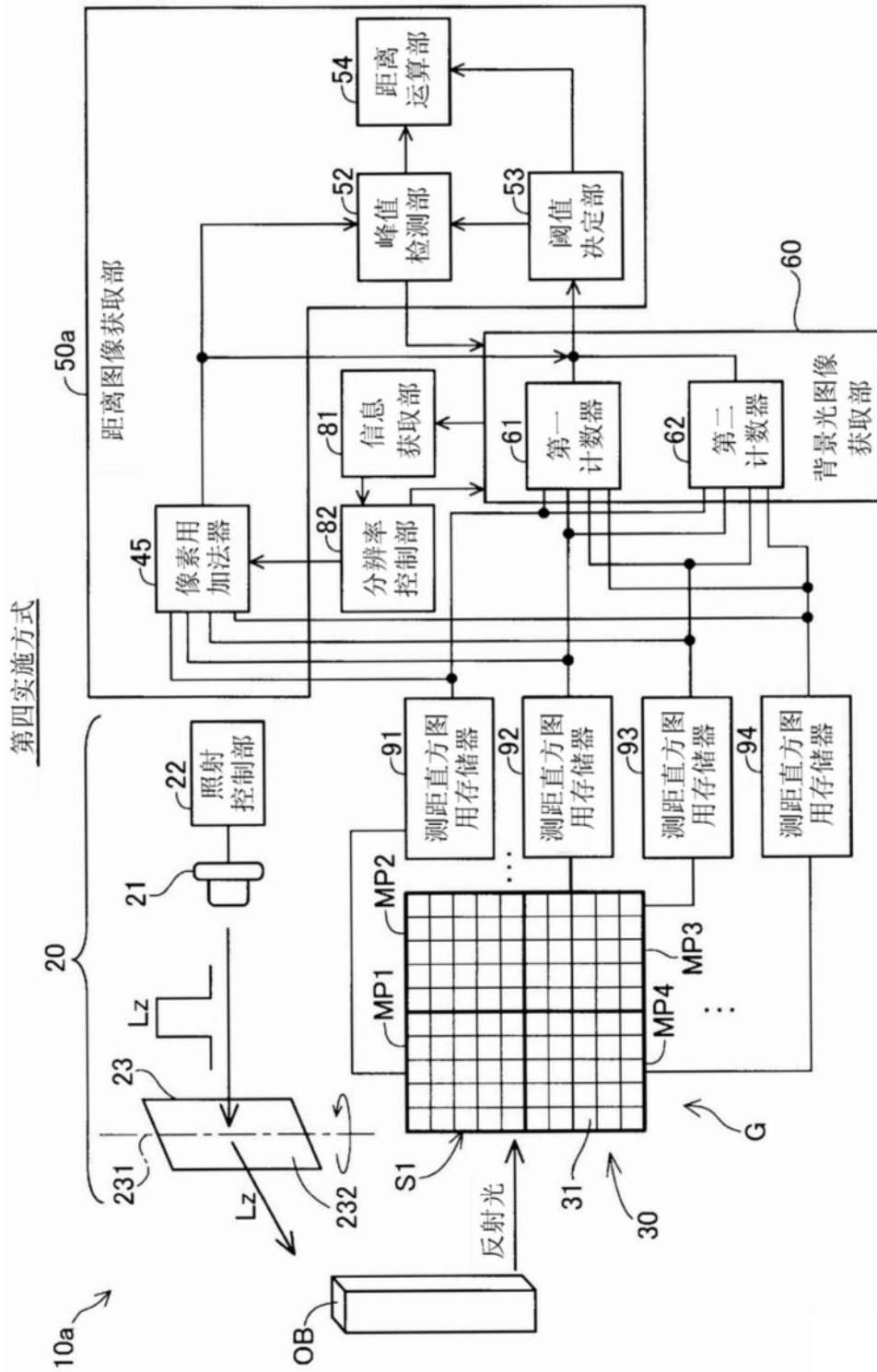


图12

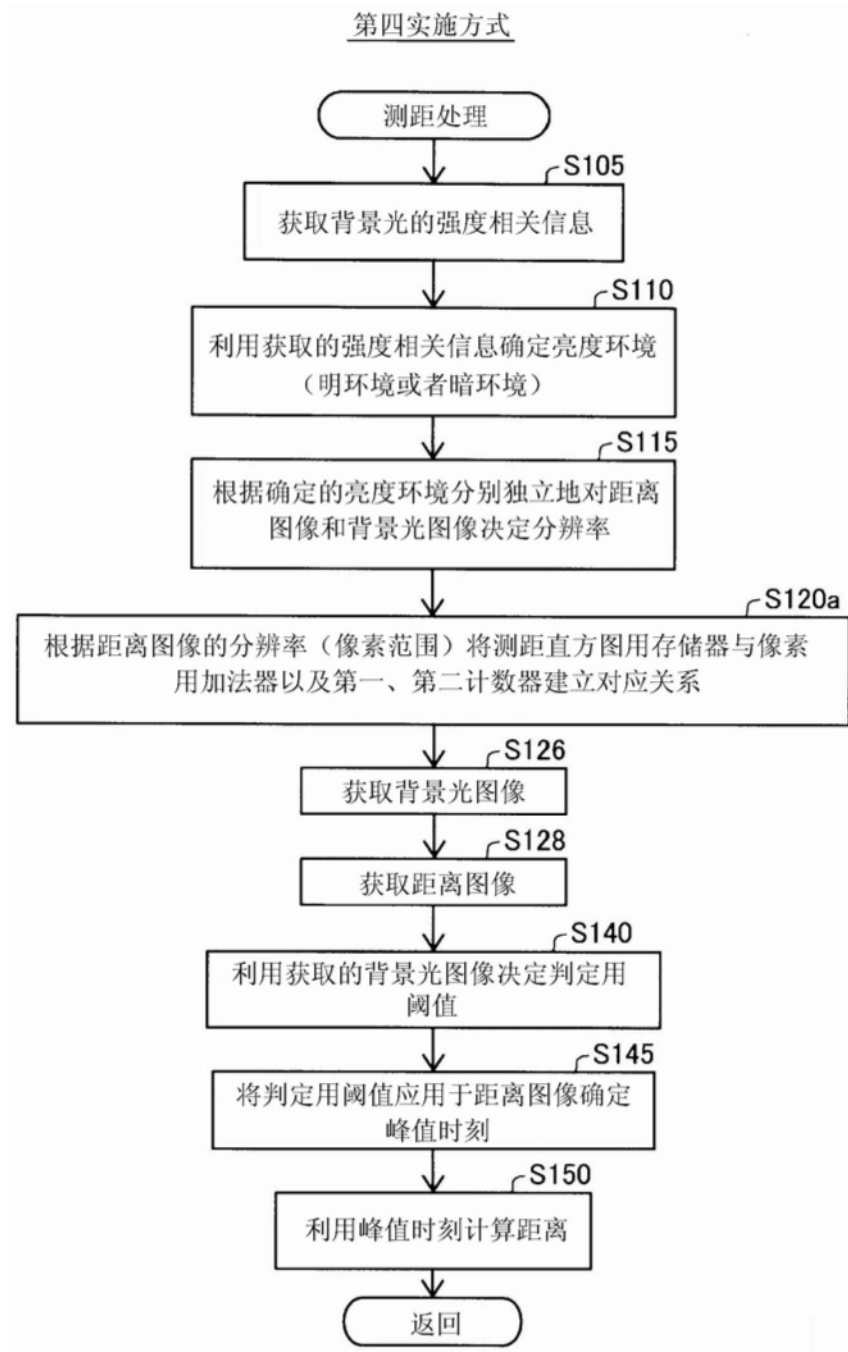


图13