



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102735166 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201210109519. 4

(22) 申请日 2012. 04. 13

(30) 优先权数据

2011-090167 2011. 04. 14 JP

(71) 申请人 株式会社安川电机

地址 日本福冈县

(72) 发明人 一丸勇二

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 李辉 王伶

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

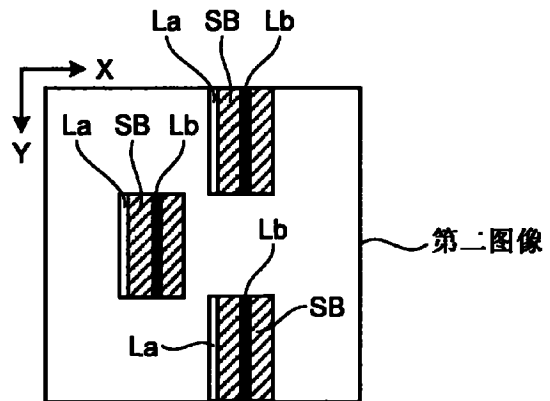
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 10 页

(54) 发明名称

三维扫描仪和机器人系统

(57) 摘要

本发明涉及三维扫描仪和机器人系统。根据实施方式的一个方面的三维扫描仪包括照射单元、摄像单元、位置检测单元和扫描区域确定单元。照射单元在相对于测量对象改变照射位置的同时,发出隙状光束。摄像单元顺序地拍摄所述光束所照射的所述测量对象的图像。所述位置检测单元通过扫描所述图像,来检测所述摄像单元拍摄的图像中所述光束的位置。所述扫描区域确定单元基于在作为扫描对象的图像之前所述摄像单元拍摄的图像中所述光束的位置,确定所述位置检测单元在作为扫描对象的图像中的扫描区域。



1. 一种三维扫描仪,该三维扫描仪包括:

照射单元,该照射单元在相对于测量对象改变照射位置的同时,发出隙状的光束;

摄像单元,该摄像单元顺序地拍摄所述光束所照射的所述测量对象的图像;

位置检测单元,该位置检测单元通过扫描所述摄像单元拍摄的图像,来检测所述图像中所述光束的位置;以及

扫描区域确定单元,该扫描区域确定单元基于在作为扫描对象的图像之前所述摄像单元拍摄的图像中的所述光束的位置,确定所述位置检测单元在所述作为扫描对象的图像中的扫描区域。

2. 根据权利要求1所述的三维扫描仪,其中,当所述位置检测单元在沿与扫描方向正交的方向顺序地移动沿所述扫描方向各扫描中的扫描开始位置的同时扫描所述图像时,所述扫描区域确定单元确定沿所述扫描方向各扫描的所述扫描区域,其中,所述扫描方向是通过改变所述照射位置而使所述光束在所述图像上移动的方向。

3. 根据权利要求2所述的三维扫描仪,其中,所述扫描区域确定单元将所述摄像单元上次拍摄的图像中所述光束的位置确定为所述作为扫描对象的图像中的扫描开始位置,并且将沿所述扫描方向与所述作为扫描对象的图像中的所述扫描开始位置分开预定距离的位置确定为扫描结束位置。

4. 根据权利要求3所述的三维扫描仪,其中,所述扫描区域确定单元基于所述摄像单元上次拍摄的图像中所述光束的位置和所述摄像单元在紧接上次之前拍摄的图像中所述光束的位置之间的距离,确定所述预定距离。

5. 根据权利要求3所述的三维扫描仪,其中,当所述测量对象的所述图像中表示法线方向的距离的高度朝所述扫描方向增大时,所述扫描区域确定单元将所述预定距离确定得比所述高度不变的情况短,并且当所述高度朝所述扫描方向减小时,所述扫描区域确定单元将所述预定距离确定得比所述高度不变的情况长。

6. 一种三维扫描仪,该三维扫描仪包括:

照射单元,该照射单元在相对于测量对象改变照射位置的同时,发出隙状的光束;

摄像单元,该摄像单元包括设置在接收来自所述测量对象的光的受光面上的多个光电检测器;

位置检测单元,该位置检测单元通过扫描所述摄像单元拍摄的图像,检测所述图像中所述光束的位置;以及

扫描区域确定单元,当所述位置检测单元在沿与扫描方向正交的方向顺序移动沿所述扫描方向各扫描中的扫描开始位置的同时扫描所述图像时,该扫描区域确定单元确定沿所述扫描方向各扫描的所述扫描区域,其中,所述扫描方向是与通过改变所述照射位置而使所述光束在所述图像上移动的方向相对应的方向。

7. 一种机器人系统,该机器人系统包括:

三维扫描仪,该三维扫描仪包括:

照射单元,该照射单元在相对于工件改变照射位置的同时,发出隙状的光束;

摄像单元,该摄像单元顺序地拍摄所述光束所照射的所述工件的图像;

位置检测单元,该位置检测单元通过扫描所述摄像单元拍摄的图像,检测所述图像中所述光束的位置;以及

扫描区域确定单元,所述扫描区域确定单元基于在作为扫描对象的图像之前所述摄像单元拍摄的图像中所述光束的位置,确定所述位置检测单元在所述作为扫描对象的图像中的扫描区域;

机器人控制装置,该机器人控制装置从所述三维扫描仪获得关于所述工件的三维形状的信息,并且将所述信息和针对该工件的作业命令输出给机器人;以及

机器人,该机器人基于从所述机器人控制装置输入的所述信息和所述作业命令,来识别作为作业对象的所述工件并且执行作业。

三维扫描仪和机器人系统

技术领域

[0001] 这里所讨论的实施方式涉及三维扫描仪和机器人系统。

背景技术

[0002] 常规地,存在一种测量物体的三维形状的三维扫描仪(例如,参见日本专利特开平公报 No. H07-270137)。例如,该三维扫描仪在改变相对于测量对象的照射位置的同时,向测量对象发出隙状光束,并且由照相机顺序地拍摄光束所照射的测量对象的图像。

[0003] 然后,三维扫描仪通过从照相机的光电检测器读取关于所拍摄的图像的图像信息并且扫描所拍摄的图像的所有像素,来检测图像中光束的位置。

[0004] 接着,三维扫描仪通过利用光束的照射角度和受光角度以及从光束的光源到照相机的距离按照三角测量的原理计算测量对象的各部分的高度,来对测量对象的三维形状进行测量。

[0005] 但是,在常规三维扫描仪中,为了检测图像中光束的位置,对所拍摄的图像的所有像素进行扫描,使得需要花费时间来计算光束的受光角度,这已经成为了加快三维形状的测量处理的障碍。

[0006] 鉴于上述,实现了实施方式的一个方面,并且实施方式的一个方面的目的是提供能够加快三维形状的测量处理的三维扫描仪和机器人系统。

发明内容

[0007] 根据实施方式的一个方面的三维扫描仪包括照射单元、摄像单元、位置检测单元和扫描区域确定单元。照射单元在相对于测量对象改变照射位置的同时,发出隙状光束。摄像单元顺序地拍摄所述光束所照射的所述测量对象的图像。所述位置检测单元通过扫描所述图像,来检测所述摄像单元拍摄的图像中所述光束的位置。所述扫描区域确定单元基于在作为扫描对象的图像之前所述摄像单元拍摄的图像中所述光束的位置,确定所述位置检测单元在作为扫描对象的图像中的扫描区域。

[0008] 根据实施方式的一个方面,可以加快三维形状的测量处理。

附图说明

[0009] 因为参照结合附图考虑的以下详细描述可以更好地理解本发明的更完整的理解及其许多附加优点,所以将容易获得本发明的更完整的理解及其许多附加优点,附图中:

[0010] 图 1A 是示出了根据第一实施方式的三维扫描仪和测量对象之间的位置关系的图;

[0011] 图 1B 至图 1C 是示出了由根据第一实施方式的三维扫描仪的摄像单元拍摄的图像的示例的图;

[0012] 图 2 是示出了根据第一实施方式的三维扫描仪的构造的框图;

[0013] 图 3 是示出了根据第一实施方式的三维形状的测量方法的图;

[0014] 图 4A 至图 4C 是示出了根据第一实施方式的扫描区域的确定示例和激光位置的检测示例的图；

[0015] 图 5 是示出了根据第一实施方式的控制单元执行的处理的流程图；

[0016] 图 6A 至图 6C 以及图 7A 至图 7C 是根据第一实施方式的扫描区域确定单元校正扫描区域的方法的说明图；以及

[0017] 图 8 是示出了根据第二实施方式的机器人系统的图。

具体实施方式

[0018] 此后，将参照附图详细描述本申请中所公开的三维扫描仪和机器人系统的实施方式。本发明不限于以下描述的实施方式的例示。而且，在下文中，三维扫描仪的实施方式和包括三维扫描仪的机器人系统的实施方式分别作为第一实施方式和第二实施方式进行说明。

[0019] （第一实施方式）

[0020] 首先，参照图 1A、图 1B 和图 1C 说明根据第一实施方式的三维扫描方法。图 1A 是示出了根据第一实施方式的三维扫描仪 1 和测量对象 7 之间的位置关系的图，而图 1B 至图 1C 是示出了由根据第一实施方式的三维扫描仪 1 的摄像单元 3 拍摄的图像的示例的图。

[0021] 在下文中，为了容易理解说明，作为笛卡尔坐标系的 XY 坐标系设置在上面放置有测量对象 7 的载置面上，而从载置面垂直向下的方向被定义为 Z 轴。在下文中，说明以下情况，即，作为测量对象 7 的载置面的平台 6 上放置的长方体是测量对象 7，而三维扫描仪 1 从垂直向上的方向对测量对象 7 的三维形状进行测量。

[0022] 如图 1 所示，在根据第一实施方式的三维扫描方法中，三维扫描仪 1 从激光装置 21 朝反射镜 22 发出隙状光束（此后称为“激光 LA”）。

[0023] 然后，三维扫描仪 1 在通过旋转反射镜 22 改变相对于测量对象 7 的照射位置的同时，向测量对象 7 发出激光 LA。三维扫描仪 1 在将激光 LA 在测量对象 7 上的照射位置从 X 轴的负方向朝正方向移动的同时，相对于测量对象 7 从斜向上方向发出激光 LA。

[0024] 接着，三维扫描仪 1 由摄像单元 3 按顺序地拍摄激光 LA 所照射的测量对象 7 的图像。即，摄像单元 3 通过接收由平台 6 和测量对象 7 反射的激光 LA，对在平台 6 和测量对象 7 上针对各摄像帧沿移动方向移动的激光 LA 进行摄像。

[0025] 接着，三维扫描仪 1 检测由摄像单元 3 拍摄的各图像中激光 LA 的位置（此后称为“激光位置”），使用检测到的激光位置按照三角测量的原理对测量对象 7 的三维形状进行测量。

[0026] 例如，当在摄像单元 3 拍摄图 1B 中所示的第一图像之后，拍摄图 1C 中所示的第二图像时，如图 1B 所示，针对第一图像，三维扫描仪 1 通过将整个图像作为扫描区域 SA 来扫描图像，检测图像中的激光位置 La。

[0027] 此时，三维扫描仪 1 在沿与 Y 轴的正方向平行的方向顺序地移动沿扫描方向（该扫描方向是与 X 轴的正方向平行的方向）的各扫描中的扫描开始位置的同时，扫描第一图像的所有像素。

[0028] 如将在后面所描述的，摄像单元 3 包括排列在光接收面上的多个光电检测器，并且预先调节摄像单元 3 的设置姿势，使得光电检测器的排列方向（在该示例中，X 轴方向）

与激光 LA 的移动方向匹配。

[0029] 接着,三维扫描仪 1 从摄像单元 3 中所包括的所有光电检测器读出图像中各像素的关于亮度的信息,并且针对沿扫描方向排列的各像素行,将各像素的亮度与预定阈值进行比较。

[0030] 接着,三维扫描仪 1 检测各像素行中的亮度超过预定阈值的像素中最亮像素的位置,作为第一图像中激光 LA 的位置 La。可以获得亮度超过预定阈值的像素的亮度分布图,并且通过重心计算处理,以子像素精度计算激光位置 La。

[0031] 另一方面,当扫描第二图像时,如图 1C 所示,三维传感器 1 通过从比扫描第一图像的情况窄的扫描区域 SB 相对应的光电检测器选择性地读出各像素的关于亮度的信息,并且对扫描区域 SB 中的像素进行扫描,来检测第二图像中的激光位置 Lb。

[0032] 即,在根据第一实施方式的三维扫描方法中,激光 LA 沿 X 轴的正方向在平台 6 和测量对象 7 上移动。因此,在相对于第一图像中的激光位置 La 的 X 轴的正侧上检测到第二图像中的激光位置 Lb。换句话说,在相对于第一图像中的激光位置 La 的 X 轴的负侧上未检测到第二图像中的激光位置 Lb。

[0033] 而且,在根据第一实施方式的三维扫描方法中,可以基于反射镜 22 的旋转速度粗略估计在拍摄第一图像之后直到拍摄第二图像为止,激光 LA 在平台 6 和测量对象 7 上移动的移动距离。

[0034] 因此,在根据第一实施方式的三维扫描方法中,当扫描第二图像时,第一图像中的激光位置 La 被确定为扫描开始位置,而沿扫描方向与扫描开始位置分开预定距离的位置被确定为扫描结束位置,其中该预定距离是基于激光 LA 的估计出的移动距离所确定的。

[0035] 因此,在根据第一实施方式的三维扫描方法中,当扫描第二图像时,通过从数量少于在扫描第一图像的情况下的数量的光电检测器选择性地读出像素的关于亮度的信息并且扫描各像素,可以检测第二图像中的激光位置 Lb。

[0036] 因此,在根据第一实施方式的三维扫描方法中,可以缩短从摄像单元 3 读出像素的关于亮度的信息的处理和图像中激光位置的检测处理所需要的时间,使得可以加快三维形状的测量处理。

[0037] 而且,根据第一实施方式中的三维扫描方法,因为可以适当限制并且确定用于检测激光位置的扫描区域,所以当环境光等进入所确定的扫描区域之外的区域时,环境光等不会被误检测为激光 LA。

[0038] 而且,在根据第一实施方式的三维扫描方法中,当扫描由摄像单元 3 拍摄的第三图像和后续图像时,基于第一图像中的激光位置 La 和第二图像中的激光位置 Lb 来确定第三图像中的扫描区域。这一点将在后面参照图 4C 进行描述。

[0039] 接着,将参照图 2 说明根据第一实施方式的三维扫描仪 1 的构造。图 2 是示出了根据第一实施方式的三维扫描仪 1 的构造的框图。如图 2 所示,三维扫描仪 1 包括照射单元 2、摄像单元 3、控制单元 4 和存储单元 5。

[0040] 照射单元 2 是根据控制单元 4 的控制,在相对于平台 6 和测量对象 7 改变照射位置的同时发出激光 LA 的装置。照射单元 2 包括激光装置 21 和反射镜 22。

[0041] 激光装置 21 是基于从控制单元 4 输入的控制信号,向反射镜 22 的反射面发出作为隙状光束的激光 LA 的装置。而且,反射镜 22 是这样的反射板:其通过基于从控制单元 4

输入的控制信号来控制反射面的旋转,发出从激光装置 21 发出的激光 LA,使得在平台 6 和测量对象 7 上的照射位置从 X 轴的负方向向正方向移动。

[0042] 摄像单元 3 是包括 CMOS(互补金属氧化物半导体)传感器作为光电检测器的照相机。摄像单元 3 顺序地拍摄激光 LA 所照射的平台 6 和测量对象 7 的图像,并且向控制单元 4 输出所拍摄的图像。作为摄像单元 3 的光电检测器,代替 CMOS 传感器,可以应用任何图像传感器,如 CCD(电荷耦合装置)传感器。

[0043] 存储单元 5 是存储图像信息 51、激光位置信息 52、形状信息 53 等的存储装置。图像信息 51 是表示由摄像单元 3 拍摄的图像的信息,而激光位置信息 52 是表示由摄像单元 3 拍摄的各图像中的激光位置的信息。形状信息 53 是表示由三维扫描仪 1 测量的测量对象 7 的三维形状的信息。

[0044] 控制单元 4 是总体控制整个三维扫描仪 1 的操作的处理单元,并且包括图像信息获得单元 41、位置检测单元 42、扫描区域确定单元 43、形状测量单元 44 和照射控制单元 45。

[0045] 照射控制单元 45 是向激光装置 21 输出指示发出激光 LA 的控制信号并且向反射镜 22 输出指示反射面的旋转角度的控制信号的处理单元。而且,照射控制单元 45 向形状测量单元 44 输出表示反射镜 22 的旋转角度的信息。

[0046] 图像信息获得单元 41 是从摄像单元 3 获得由摄像单元 3 顺序地拍摄的图像并且将它们作为图像信息 51 存储在存储单元 5 中的处理单元。图像信息获得单元 41 从摄像单元 3 的所有光电检测器中的、与从扫描区域确定单元 43 输入的扫描区域相对应的光电检测器中,选择性地读出并且获得像素的关于亮度的信息,作为图像信息 51。

[0047] 位置检测单元 42 是基于从存储单元 5 读出的图像信息 51,检测由摄像单元 3 顺序地拍摄的各个图像中的激光位置的处理单元。位置检测单元 42 扫描由扫描区域确定单元 43 确定的扫描区域中的像素。

[0048] 接着,位置检测单元 42 检测在所扫描的像素中亮度超过预定阈值的像素中的最亮像素在图像中的位置,作为各图像中的激光位置,向形状测量单元 44 输出检测结果,并且在存储单元 5 中存储检测结果,作为激光位置信息 52。后面参照图 4A、图 4B 和图 4C 描述由位置检测单元 42 检测激光位置的示例。

[0049] 扫描区域确定单元 43 是这样的处理单元,其基于从存储单元 5 读出的激光位置信息 52,使用位置检测单元 42 在作为扫描对象的图像之前由摄像单元 3 拍摄的图像中检测出的激光位置,确定图像中作为扫描对象的扫描区域。

[0050] 扫描区域确定单元 43 针对要由位置检测单元 42 针对各图像沿扫描方向扫描的各像素行(此后称为“行”)确定各自的扫描区域,并且向图像信息获得单元 41 输出表示所确定的扫描区域的信息。后面将参照图 4A、图 4B 和图 4C 描述由扫描区域确定单元 43 确定扫描区域的示例。

[0051] 而且,扫描区域确定单元 43 基于从存储单元 5 读出的形状信息 53,根据测量对象 7 的图像中沿法线方向的距离(此后称为“测量对象 7 的高度”),校正扫描区域。这一点后面将参照图 6A、图 6B、图 6C、图 7A、图 7B 和图 7C 进行描述。

[0052] 形状测量单元 44 是基于从位置检测单元 42 输入的各图像中的激光位置和从照射控制单元 45 输入的反射镜 22 的旋转角度,按照三角测量的原理,对测量对象 7 的三维形状

进行测量的处理单元。形状测量单元 44 在存储单元 5 中存储测量出的测量对象 7 的三维形状,作为形状信息 53。

[0053] 然后,参照图 3 简单说明由形状测量单元 44 测量测量对象 7 的三维形状的方法。图 3 是示出了根据第一实施方式的三维形状的测量方法的图。

[0054] 如图 3 所示,在三维扫描仪 1 中,反射镜 22 和摄像单元 3 设置为使得激光 LA 在反射镜 22 中的反射位置 23 和激光 LA 在摄像单元 3 中的受光位置 31 被定位在与平台 6 平行的同一平面(此后称为“基准面 Z1”)上。

[0055] 接着,形状测量单元 44 基于反射镜 22 的旋转角度来计算激光 LA 相对于测量对象 7 的照射角度 a 。而且,形状测量单元 44 基于图像中的激光位置,计算摄像单元 3 接受激光 LA 的受光角度 b 。

[0056] 从激光 LA 在反射镜 22 中的反射位置 23 到激光 LA 在摄像单元 3 中的受光位置 31 的距离 c 是已知的,并且从基准面 Z1 到平台 6 的距离 d 也是已知的。

[0057] 因此,形状测量单元 44 可以使用从激光 LA 在反射镜 22 中的反射位置 23 到激光 LA 在摄像单元 3 中的受光位置 31 的距离 c 、激光 LA 的照射角度 a 和受光角度 b ,按照三角测量的原理,计算从基准面 Z1 到测量对象 7 的顶面的距离 e 。

[0058] 因此,形状测量单元 44 可以通过从基准面 Z1 到平台 6 的距离 d 中减去从基准面 Z1 到测量对象 7 的顶面的距离 e ,来计算测量对象 7 的高度 f 。因此,形状测量单元 44 可以通过计算测量对象 7 的各部分的高度 f ,来计算测量对象 7 的三维形状。

[0059] 然后,参照图 4A、图 4B 和图 4C 说明扫描区域确定单元 43 确定扫描区域的示例和位置检测单元 42 检测激光位置的示例。图 4A、图 4B 和图 4C 是示出了根据第一实施方式的扫描区域的确定示例和激光位置的检测示例的图。

[0060] 如图 4A 所示,作为扫描对象的图像是摄像单元 3 拍摄的第 n 个图像,并且是与测量对象 7 有关的第一图像。在该情况下,扫描区域确定单元 43 将在图像中沿 Y 轴方向的最负侧上像素沿 X 轴方向排列的行(此后称为“第零行”)上的所有像素确定为第零行的扫描区域 S_a 。

[0061] 而且,位置检测单元 42 沿 X 轴的正方向对扫描区域 S_a 中的所有像素进行扫描,将各像素的亮度和预定阈值进行比较,并且检测亮度超过预定阈值的像素中最亮像素的位置 P ,作为第零行上的激光位置 P 。当不存在亮度超过预定阈值的像素时,确定未检测到激光。

[0062] 接着,在三维扫描仪 1 中,扫描区域确定单元 43 以类似方式针对第 n 个图像中的所有行确定扫描区域 S_a ,而位置检测单元 42 以类似方式针对所有行检测激光位置 P 。即,在第 n 个图像中,扫描区域确定单元 43 将图像中所包括的所有像素确定为扫描区域 S_a ,而位置检测单元 42 对图像中所包括的所有像素进行扫描。

[0063] 而且,如图 4B 所示,作为扫描对象的图像是摄像单元 3 拍摄的第 $(n+1)$ 个图像并且是与测量对象 7 有关的第二图像。在该情况下,扫描区域确定单元 43 基于作为上次拍摄的图像的一帧在先图像(在该示例中,第 n 个图像),确定此次拍摄的作为扫描对象的图像(该示例中,第 $(n+1)$ 个图像)中的扫描区域。

[0064] 具体地,如图 4B 所示,当确定第 $(n+1)$ 个图像中第零行的扫描区域 S_b 时,扫描区域确定单元 43 将第 n 个图像中的激光位置 $P_1[0]$ 确定为作为扫描对象的图像中的扫描开始位置。

[0065] 接着,扫描区域确定单元 43 将沿作为扫描方向的 X 轴的正方向与所确定的扫描开始位置分开预定距离 WIDTH1 的位置确定为扫描结束位置,并且将从扫描开始位置到扫描结束位置的区域确定为第零行中的扫描区域 Sb。

[0066] 例如通过基于反射镜 22 的旋转速度,估计拍摄第 n 个图像之后直到拍摄第 (n+1) 个图像为止,激光 LA 在测量对象 7 上移动的移动距离,并且将估计出的移动距离乘以预定因子,来确定预定距离 WIDTH1。

[0067] 接着,图像信息获得单元 41 从与扫描区域 Sb 相对应的光电检测器选择性地读出扫描区域 Sb 中各像素的关于亮度的图像信息 51,并且将其存储在存储单元 5 中。而且,位置检测单元 42 基于图像信息 51 沿 X 轴的正方向对扫描区域 Sb 中的像素进行扫描,将各像素的亮度与预定阈值比较,并且检测亮度超过预定阈值的像素中最亮像素的位置 P,作为第零行上的激光位置 P。

[0068] 接着,在三维扫描仪 1 中,扫描区域确定单元 43 以类似方式针对第 (n+1) 个图像中的各行确定扫描区域 Sb,而位置检测单元 42 通过扫描各行上扫描区域 Sb 中的像素来检测激光位置 P。

[0069] 由此,扫描区域确定单元 43 通过选择很可能被检测到激光位置的区域,来确定第 (n+1) 个图像中的扫描区域 Sb。

[0070] 因此,位置检测单元 42 变得能够基于图像信息获得单元 41 从与扫描区域 Sb 相对应的光电检测器选择性地获得的图像信息 51 来检测激光位置 P,使得可以在比通过扫描图像的所有像素来检测激光位置 P 的情况短的处理时间中检测到激光位置 P。

[0071] 因此,在三维扫描仪 1 中,可以缩短从光电检测器读出图像信息 51 的处理以及检测图像中的激光位置 P 的处理所需要的处理时间,这能够加快三维形状的处理。

[0072] 而且,如图 4C 所示,作为扫描对象的图像是摄像单元 3 拍摄的第 (n+2) 个图像并且是与测量对象 7 有关的第三图像。在该情况下,扫描区域确定单元 43 基于作为上次拍摄的图像的一帧之前的图像(该实施方式中,第 (n+1) 个图像)和作为上次紧接着之前拍摄的图像的二帧之前的图像(该实施方式中,第 n 个图像),确定此次拍摄的作为扫描对象的图像(该实施方式中,第 (n+2) 个图像)中的扫描区域 Sc。

[0073] 具体地,当确定第 (n+2) 个图像中第零行的扫描区域 Sc 时,如图 4C 所示,扫描区域确定单元 43 首先将第 (n+1) 个图像中的激光位置 $P_1[0]$ 确定为作为扫描对象的图像中的扫描开始位置 $P_1[0]$ 。

[0074] 当二帧之前的图像(第 n 个图像)中的激光位置是 $P_2[0]$ 时,从二帧之前的图像中的激光位置 $P_2[0]$ 到一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 的距离是 $P_1[0]-P_2[0]$ 。

[0075] 由此,在作为扫描对象的第 (n+2) 个图像中,可以估计在沿 X 轴的正方向与一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 分开距离 $P_1[0]-P_2[0]$ 的位置检测到激光 LA。

[0076] 但是,在某些情况下,激光位置从根据测量对象 7 的形状估计出的位置沿 X 轴方向移位。因此,在作为扫描对象的图像是第 (n+2) 个图像的情况下,扫描区域确定单元 43 将沿 X 轴的正方向与扫描开始位置 $P_1[0]$ 分开距离 $P_1[0]-P_2[0]+$ 预定余量 WIDTH2 的位置确定为扫描结束位置,由此确定扫描区域 Sc。WIDTH2 可以是与 WIDTH1 类似的方式根据反射镜的旋转速度而变化。

[0077] 如此,扫描区域确定单元 43 可以通过使用一帧之前的图像和二帧之前的图像中

的实际激光位置,适当地确定比基于粗略预测的图 4B 中所示的扫描区域 Sb 窄的扫描区域 Sc。

[0078] 接着,图像信息获得单元 41 从与扫描区域 Sc 相对应的光电检测器选择性地读出扫描区域 Sc 中各像素的关于亮度的图像信息 51,并且将图像信息 51 存储在存储单元 5 中。

[0079] 而且,位置检测单元 42 沿 X 轴的正方向对扫描区域 Sc 中的像素进行扫描,将各像素的亮度与预定阈值进行比较,并且检测亮度超过预定阈值的像素中最亮像素的位置 P,作为第零行上的激光位置。

[0080] 接着,在三维扫描仪 1 中,扫描区域确定单元 43 以类似方式针对第 (n+2) 个图像中的各行确定扫描区域 Sc,而位置检测单元 42 通过扫描各行的扫描区域 Sc 中的像素来检测激光位置 P。

[0081] 因此,位置检测单元 42 可以通过扫描比第 (n+1) 个图像中的扫描区域 Sb 更窄的扫描区域 Sc 的像素,来检测第 (n+2) 个图像中的激光位置 P。

[0082] 因此,在三维扫描仪 1 中,可以进一步缩短从光电检测器读出图像信息 51 的处理和检测图像中的激光位置 P 的处理所需要的处理时间,使得可以进一步加快三维形状的量处理。

[0083] 而且,针对摄像单元 3 拍摄的第 (n+3) 个图像和后续图像,扫描区域确定单元 43 以与第 (n+2) 个图像的情况类似的方式,基于从上次拍摄的图像和上次紧接着之前拍摄的图像实际检测到的激光位置,确定作为扫描对象的图像中的扫描区域。而且,位置检测单元 42 以与第 (n+2) 个图像的情况类似的方式,检测第 (n+3) 个图像和后续图像中的激光位置。

[0084] 基于两个连续拍摄的图像之间的激光位置差的变化率,可以确定第 (n+3) 个图像和后续图像中的扫描区域。在该情况下,例如,基于形状信息 53,顺序地计算在两个连续图像之间激光位置的差,并且将该差按时间顺序存储在存储单元 5 中。

[0085] 接着,当两个连续图像之间的激光位置的差按时间顺序以恒定变化率变化时,扫描区域确定单元 43 考虑到变化率,确定作为扫描对象的图像中的扫描区域。

[0086] 例如,当两个连续图像之间的激光位置差以固定的减小速率减小时,扫描区域确定单元 43 首先将一帧之前的图像的激光位置确定为扫描开始位置。

[0087] 接着,扫描区域确定单元 43 考虑到上述差的减小率,将沿扫描方向与扫描开始位置分开比一帧之前的图像和二帧之前的图像之间的激光位置差短的距离的位置确定为扫描结束位置。在该情况下,可以向所确定的扫描区域添加余量 WIDTH2。

[0088] 因此,三维扫描仪 1 可以使扫描区域更适当地变窄,使得可以进一步缩短用于检测图像的激光位置所需要的处理时间,这能够进一步加快三维形状的量处理。

[0089] 接着,参照图 5 说明由控制单元 4 执行的处理。图 5 是示出了由根据第一实施方式的控制单元 4 执行的处理的流程图。图 5 中所示的 MEASURE 是通过摄像单元 3 对测量对象 7 进行摄像而获得的图像数量,而 LINE 是图像中的行数。

[0090] 而且, $P_1[LINE]$ 是作为扫描对象的图像之前一帧的图像中的激光位置,而 $P_2[LINE]$ 是作为扫描对象的图像之前二帧的图像中的激光位置。

[0091] 而且, L_1 是各行中的扫描开始位置,而 L_2 是各行中的扫描结束位置。而且,图 5 中的 WIDTH1 与图 4B 中所示的 WIDTH1 相当,而图 5 中的 WIDTH2 与图 4C 中所示的 WIDTH2 相当。

[0092] 在下文中,作为一个示例,说明以下情况:MEASURE 是 512 并且 LINE 是 512,即,在预定时间段中针对测量对象 7 拍摄了第零个图像至第 511 个图像,并且一个图像包括第零行至第 511 行。在一行中,512 个像素(光电检测器)沿 X 轴方向排列。而且,在下文中,说明测量对象 7 的顶面与 XY 面平行,即,测量对象 7 的各部分的高度相同的情况。

[0093] 如图 5 所示,根据第一实施方式的控制单元 4 首先将 0 代入预定变量 t(步骤 S101),并且通过使摄像单元 3 开始第 t 个图像的摄像曝光来拍摄第 t 个图像(步骤 S102)。换句话说,在该实施方式中,变量 t 代表拍摄作为扫描对象的图像的序号。

[0094] 然后,控制单元 4 通过将 0 代入 $P_1[\text{LINE}]$ 和 $P_2[\text{LINE}]$ 各自的 LINE,来初始化 $P_1[\text{LINE}]$ 和 $P_2[\text{LINE}]$ (步骤 S103)。然后,控制单元 4 将 0 代入预定变量 n(步骤 S104)。变量 n 表示作为扫描对象的行的序号。

[0095] 接着,控制单元 4 确定 $P_1[n]$ 是否等于 0(步骤 S105)。即,在步骤 S105,控制单元 4 确定在一帧之前的图像的第 n 行中是否未检测到激光 LA。

[0096] 接着,当控制单元 4 确定出未检测到激光 LA 时(步骤 S105 是),控制单元 4 将 0 代入 L_1 并且将 $\text{LINE}-1$ 代入 L_2 (步骤 S106),并且将处理移到步骤 S107。即,当在一帧之前的图像的第 n 行中未检测到激光 LA 时,控制单元 4 将第 n 行中的所有像素确定为扫描区域 S_a (参见图 4A),并且将处理移到步骤 S107。

[0097] 另一方面,当控制单元 4 确定在一帧之前的图像的第 n 行中已经检测到激光 LA 时(步骤 S105 否),控制单元 4 确定 $P_2[n]$ 是否等于 0(步骤 S113)。即,在步骤 S113,控制单元 4 确定在二帧之前的图像的第 n 行中是否未检测到激光 LA。

[0098] 接着,当控制单元 4 确定未检测到激光 LA 时(步骤 S113 是),控制单元 4 将 $P_1[n]$ 代入 L_1 并且将 $L_1+\text{WIDTH1}$ 代入 L_2 (步骤 S114),并且将处理移到步骤 S107。即,控制单元 4 将一帧之前的图像中的激光位置作为扫描开始位置,并且沿 X 轴的正方向与扫描开始位置分开 WIDTH1 的位置作为扫描结束位置,来确定扫描区域 S_b (参见图 4B),并且将处理移到步骤 S107。

[0099] 另一方面,当控制单元 4 确定在二帧之前的图像的第 n 行中已经检测到激光 LA 时(步骤 S113 否),控制单元 4 将 $P_1[n]$ 代入 L_1 并且将 $L_1+P_1[n]-P_2[n]+\text{WIDTH2}$ 代入 L_2 (步骤 S115),并且将处理移到步骤 S107。

[0100] 即,在步骤 S115,控制单元 4 将一帧之前的图像中的激光位置作为扫描开始位置,并且沿 X 轴的正方向与扫描开始位置分开 $P_1[n]-P_2[n]+\text{WIDTH2}$ 的位置作为扫描结束位置,来确定扫描区域 S_c (参见图 4C),并且将处理移到步骤 S107。

[0101] 接着,在步骤 S107,控制单元 4 通过从摄像单元 3 的光电检测器读出并且获得 n 行(第 n 行)上从 L_1 到 L_2 的图像信息 51,并且根据获得的图像信息 51 计算激光位置 P,来检测激光位置,并且将处理移到步骤 S108。当未检测到激光位置时,控制单元 4 将 0 代入 P 并且将处理移到步骤 S108。

[0102] 接着,控制单元 4 确定是否 $P \neq 0$ 或者 $L_1 \neq 0$ (步骤 S108)。即,控制单元 4 确定是否可以检测到激光位置或者是否扫描了第 n 行中的所有像素。接着,当无法检测到激光位置并且没有对第 n 行中的所有像素执行扫描时(步骤 S108 否),控制单元 4 将处理移到步骤 S106,再次扫描第 n 行中的所有像素,并且检测激光位置。

[0103] 另一方面,当可以检测到激光位置时(步骤 S108 是),控制单元 4 执行三维计算

处理（步骤 S109）并且将计算结果作为形状信息 53 存储在存储单元 5 中（步骤 S110）。然后，在使变量 n 增加 1 之后（未示出），控制单元 4 确定变量 n 是否大于等于 LINE（步骤 S111）。

[0104] 接着，当控制单元 4 确定出变量 n 小于 LINE 时（步骤 S111 否），控制单元 4 将处理移到步骤 S105。即，控制单元 4 重复步骤 S105 至步骤 S111 和步骤 S113 至步骤 S115 的处理，直到完成扫描一个图像中的所有行为止。

[0105] 另一方面，当控制单元 4 确定变量 n 达到 LINE 时（步骤 S111 是），在使变量 t 增加 1 之后（未示出），控制单元 4 确定变量 t 是否大于等于 MEASURE（步骤 S112）。

[0106] 当控制单元 4 确定出变量 t 小于 MEASURE 时（步骤 S112 否），控制单元 4 将处理移到步骤 S102。即，控制单元 4 重复步骤 S102 至步骤 S115 的处理，直到完成扫描所有帧的图像为止。另一方面，当控制单元 4 确定出变量 t 达到 MEASURE 时（步骤 S112 是），控制单元 4 结束处理。

[0107] 接着，参照图 6A、图 6B、图 6C、图 7A、图 7B 和图 7C 说明当测量对象 7 的顶面与 XY 面不平行时，由扫描区域确定单元 43 执行的扫描区域的校正。图 6A、图 6B、图 6C、图 7A、图 7B 和图 7C 是由扫描区域确定单元 43 校正扫描区域的方法的说明图。

[0108] 在图 6A、图 6B、图 6C、图 7A、图 7B 和图 7C 中，与图 3 中所示的部件相同的那些部件由相同的附图标记来表示。而且，在下文中，说明反射镜 22 的旋转速度不变并且摄像单元 3 摄像的时间间隔不变的情况。

[0109] 如图 6A 所示，当测量对象 7 的顶面与 XY 面不平行时，如图 7A 所示，扫描区域确定单元 43 将一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 确定为作为扫描对象的图像中的扫描开始位置。接着，扫描区域确定单元 43 将沿 X 轴的正方向与扫描开始位置分开预定距离 WIDTH1 的位置 P 确定为扫描结束位置。

[0110] 相反，如图 6B 所示，在测量对象 71 沿 Z 轴方向的高度朝 X 轴的正方向变高的情况下，与图 6A 中所示的测量对象 7 相比，激光 LA 在测量对象 71 上的移动速度变慢。

[0111] 因此，如图 7B 所示，在测量对象 71 沿 Z 轴方向的高度朝 X 轴的正方向变高的情况下，一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 和作为扫描对象的图像中的激光位置 P 之间的距离 q 变得比图 7A 中所示的距离 p 短。

[0112] 由此，扫描区域确定单元 43 基于测量对象 71 的多个部分中已经测量了形状的部分的形状信息 53，确定对象是否是沿 Z 轴方向的高度朝向 X 轴的正方向变高的测量对象 71。

[0113] 接着，在测量对象 71 沿 Z 轴方向的高度朝向 X 轴的正方向变高的情况下，扫描区域确定单元 43 执行将从一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 到沿 X 轴的正方向与激光位置 $P_1[0]$ 分开距离 WIDTH1a 的位置的区域确定为扫描区域的校正，其中，距离 WIDTH1a 比预定距离 WIDTH1 短。

[0114] 另一方面，如图 6C 所示，在测量对象 72 沿 Z 轴方向的高度朝向 X 轴的正方向变小的情况下，与图 6A 中所示的测量对象 7 相比，激光 LA 在测量对象 72 上的移动速度变快。

[0115] 因此，如图 7C 所示，在测量对象 72 沿 Z 轴方向的高度朝向 X 轴的正方向变小的情况下，一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 和作为扫描对象的图像中的激光位置 P 之间的距离 r 变得比图 7A 中所示的距离 p 长。

[0116] 由此,扫描区域确定单元 43 基于测量对象 72 的多个部分中已经测量了形状的部分的形状信息 53,确定对象是否是沿 Z 轴方向的高度朝向 X 轴的正方向变小的测量对象 72。

[0117] 接着,在测量对象 72 沿 Z 轴方向的高度朝 X 轴的正方向变小的情况下,扫描区域确定单元 43 执行将从一帧之前的图像中的激光位置 $P_1[0]$ 到沿 X 轴的正方向与激光位置 $P_1[0]$ 分开距离 WIDTH1b 的位置的区域确定为扫描区域的校正,其中距离 WIDTH1b 比预定距离 WIDTH1 长。

[0118] 由此,在三维扫描仪 1 中,因为扫描区域确定单元 43 根据测量对象 7、71 或 72 沿 Z 轴方向的高度适当地校正扫描区域,所以位置检测单元 42 可以在不扫描不需要的像素的情况下,检测图像中的激光位置 P。因此,在三维扫描仪 1 中,通过适当缩短激光位置 P 的检测处理所需要的处理时间,可以加快三维形状的处理。

[0119] 扫描区域确定单元 43 可以被构造为即使当测量对象 7 中各部分的高度是相同的,也校正扫描区域。例如,当测量对象 7 沿 X 轴方向的长度超过预定长度时,随着激光 LA 在测量对象 7 上的照射位置沿 X 轴的正方向移动,激光 LA 的移动速度变大,这在某些情况下无法忽略。

[0120] 在该情况下,随着激光在测量对象 7 上的照射位置沿 X 轴的正方向移动,扫描区域确定单元 43 执行沿扫描方向延伸扫描区域的校正。凭借该校正,即使当测量对象 7 沿 X 轴方向的长度超过预定长度时,也可以确定适当的扫描区域,使得可以适当地检测图像中的激光位置。

[0121] (第二实施方式)

[0122] 接着,参照图 8 说明包括三维扫描仪 1 的机器人系统的第二实施方式。

[0123] 图 8 是示出了根据实施方式的机器人系统 10 的图。在下文中,说明使机器人识别大量堆放的工件并且使用识别出的工件执行作业的机器人系统 10。在图 8 中,螺钉被示为工件的示例,但是,工件不限于螺钉,并且可以是如螺栓和螺母的任何部件。

[0124] 如图 8 所示,机器人系统 10 包括三维扫描仪 1、机器人控制装置 11 和机器人 12。三维扫描仪 1 与第一实施方式中说明的类似,并且垂直设置在堆叠的工件上方,并且测量工件的三维形状。

[0125] 机器人控制装置 11 连接至三维扫描仪 1 和机器人 12,并且从三维扫描仪 1 获得关于大量堆放的工件的形状信息 53(参见图 2)。然后,机器人控制装置 11 从大量堆放的工件中确定作为作业对象的工件的位置和方向,并且向机器人 12 输出确定结果。

[0126] 机器人 12 在具有七轴的关节的机器人臂的末端包括抓握工件的机器人手。例如,机器人 12 执行以下作业:通过基于从机器人控制装置 11 输入的作为作业对象的工件的位置和方向驱动机器人臂和机器人手,来抓握工件,并且将工件附接到预定部件。

[0127] 在机器人系统 10 中,以与第一实施方式类似的方式,基于三维扫描仪 1 在作为扫描对象的图像之前拍摄的工件的图像,将作为扫描对象的图像中的扫描区域适当地确定得窄,并且通过扫描所确定的扫描区域的像素,来测量工件的三维形状。

[0128] 因此,机器人控制装置 11 可以根据三维扫描仪 1 通过高速化的形状测量处理而测量的工件的三维形状,迅速检测作为作业对象的工件的位置和方向,并且将其输出到机器人 12。

[0129] 因此,根据机器人系统 10,通过缩短在三维扫描仪 1 开始工件的形状测量之后直到机器人 12 抓握工件为止的处理时间,可以缩短机器人 12 的作业时间,这能够提高工作效率。

[0130] 而且,在机器人系统 10 中,从机器人控制装置 11 向机器人 12 输出的表示作为作业对象的工件的位置的位置信息可以输出给三维扫描仪 1,并且可以基于该位置信息改变三维扫描仪 1 的测量处理的内容。

[0131] 即,当机器人 12 从堆叠的工件中拾取特定工件时,在拾取工件的区域中,堆叠工件的形状改变,但是,在未拾取工件的区域中,在某些情况下堆叠工件的形状不改变。

[0132] 在该情况下,例如,三维扫描仪 1 针对机器人 12 拾取了作为作业对象的工件的区域,以与第一实施方式类似的方式确定扫描区域,并且针对除了拾取工件的区域之外的其他区域,将在拾取工件之前拍摄的图像中激光位置周围的预定区域确定为扫描区域。

[0133] 因此,在机器人系统 10 中,通过进一步减少要由三维扫描仪 1 的位置检测单元 42 扫描的像素数量,可以进一步缩短用于测量三维形状的处理时间,使得可以进一步提高机器人 12 的工作效率。

[0134] 在第二实施方式中,分开设置三维扫描仪 1 和机器人 12,但是,三维扫描仪 1 可以一体地设置在机器人 12 的机器人臂的末端上。

[0135] 凭借该构造,每当机器人 12 完成工件衔接作业时,机器人控制装置 11 将三维扫描仪 1 移动到通过驱动机器人臂可以测量作为作业对象的工件的形状的位置。凭借该构造,可以节省机器人系统 10 的设置空间。

[0136] 而且,在上述第一实施方式和第二实施方式中,说明了由扫描区域确定单元 43 限制读出图像信息 51 的光电检测器的情况,但是,可以由扫描区域确定单元 43 来限制作为激光位置的检测对象的图像信息 51。

[0137] 凭借该构造,图像信息获得单元 41 从摄像单元 3 中所包括的所有光电检测器读出图像信息 51,并且将其存储在存储单元 5 中。而且,扫描区域确定单元 43 确定图 1B、图 1C、图 4A、图 4B 和图 4C 中所示的扫描区域,并且将其输出给位置检测单元 42。

[0138] 接着,位置检测单元 42 从存储单元 5 读出与从扫描区域确定单元 43 输入的扫描区域相对应的图像信息 51,并且选择性地扫描与扫描区域相对应的部分的图像,以检测作为扫描对象的图像中的激光位置。

[0139] 由此,通过由扫描区域确定单元 43 限制作为激光位置的检测对象的图像信息 51,可以缩短激光位置的检测处理所需要的处理时间,使得可以加快三维形状的处理。

[0140] 而且,在上述第一实施方式和第二实施方式中,说明了照射单元 2 在改变相对于测量对象 7、71 和 72 的照射位置的同时发出激光 LA 的情况,但是,激光 LA 可以在不改变照射位置的情况下在测量对象 7、71 和 72 上移动。

[0141] 在该情况下,例如,通过沿与 XY 面平行的方向移动激光装置 21 的同时,向测量对象 7、71 和 72 发出激光 LA,激光 LA 可以在不改变照射位置的情况下在测量对象 7、71 和 72 上移动。

[0142] 而且,在上述第一实施方式和第二实施方式中,基于作为扫描对象的图像之前拍摄的图像,确定作为扫描对象的图像中的扫描区域,但是,不是必须基于作为扫描对象的图像之前拍摄的图像来确定扫描区域。

[0143] 例如,当测量对象 7、71 和 72 是已知对象时,可以基于对象的类型来粗略预测测量对象 7、71 和 72 的图像中的激光位置。因此,在该情况下,基于上述粗略预测的激光位置预先确定的各个测量对象 7、71 和 72 的扫描区域(参见图 1B、图 1C、图 4A、图 4B 和图 4C 中所示的扫描区域),针对图像中的每行存储在存储单元 5 中。

[0144] 接着,当由扫描区域确定单元 43 限制读出图像信息 51 的光电检测器时,图像信息获得单元 41 从与存储单元 5 中所存储的扫描区域相对应的光电检测器选择性地读出图像信息 51,并且图像信息获得单元 41 根据图像信息 51 针对图像的各行检测激光位置。

[0145] 而且,当由扫描区域确定单元 43 限制要作为激光位置的检测对象的图像信息 51 时,位置检测单元 42 通过基于与存储单元 5 中所存储的扫描区域相对应的图像信息 51,选择性扫描与扫描区域相对应的部分的图像,来检测作为扫描对象的图像中的激光位置。

[0146] 凭借该构造,三维扫描仪可以在不执行扫描区域的确定处理的情况下,检测图像中的激光位置。而且,三维扫描仪可以针对图像的各行检测激光位置。

[0147] 因此,根据三维扫描仪,通过针对图像的各行执行精细扫描,可以提高图像中激光位置的检测精确度,使得三维形状的测量处理所需要的时间缩短了扫描区域的被省略了的确定处理的时间。

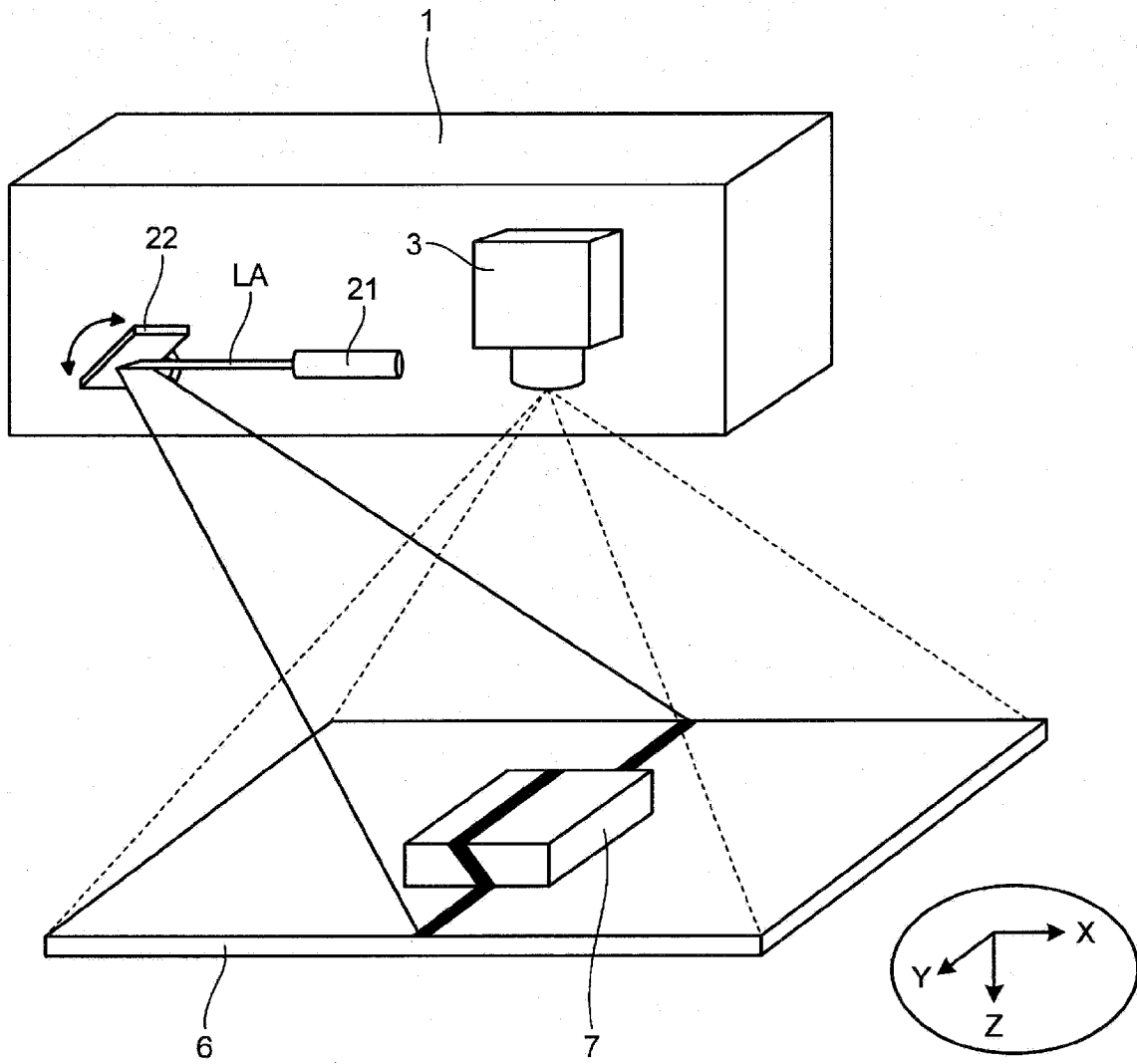


图 1A

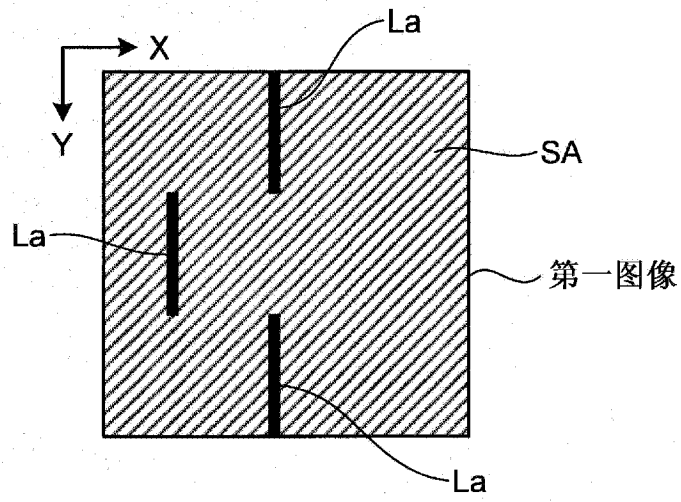


图 1B

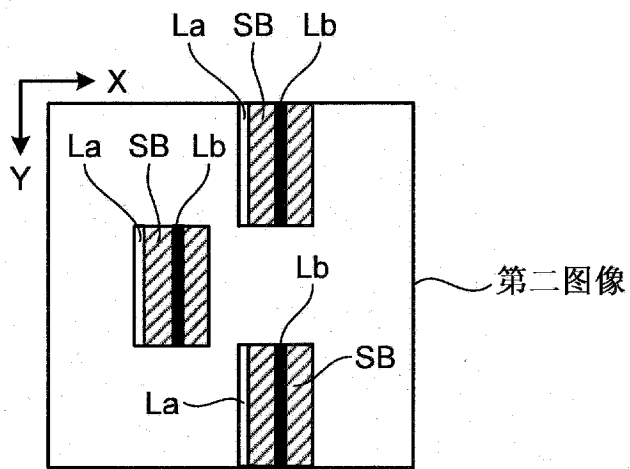


图 1C

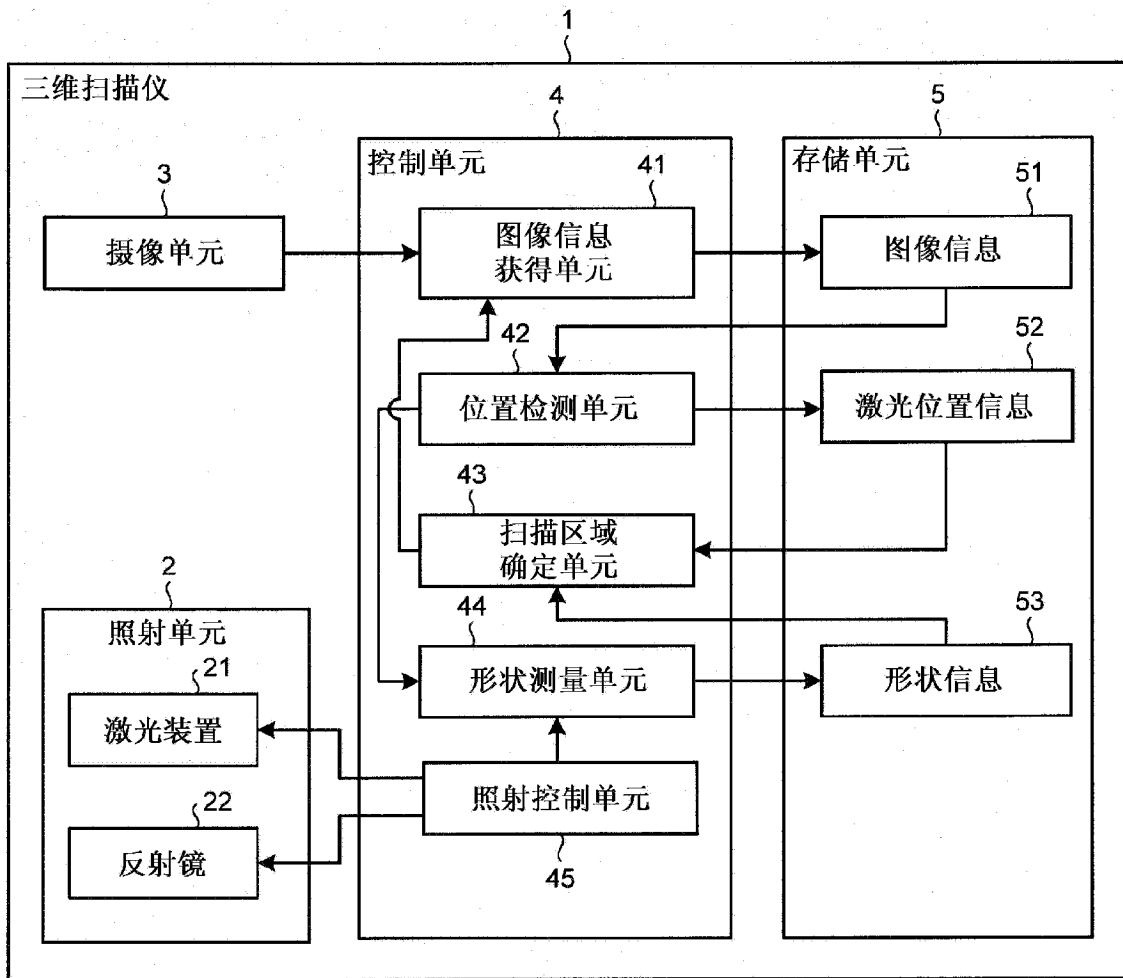


图 2

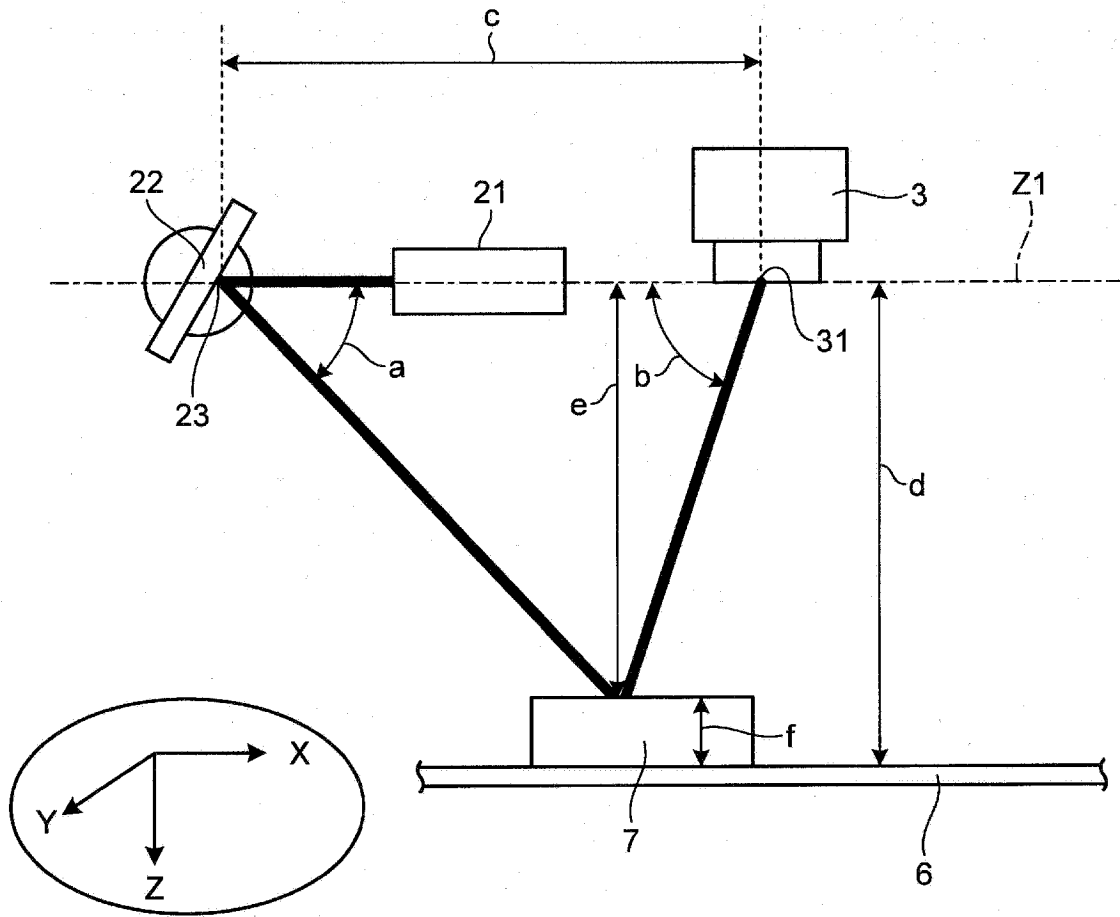


图 3

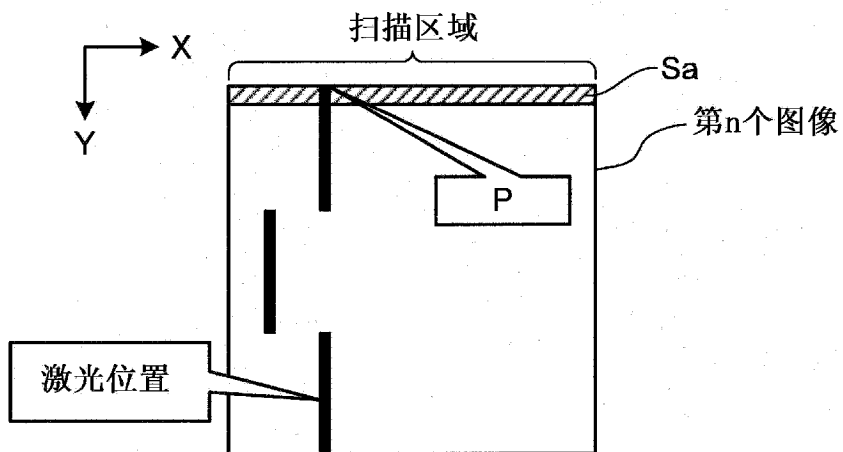


图 4A

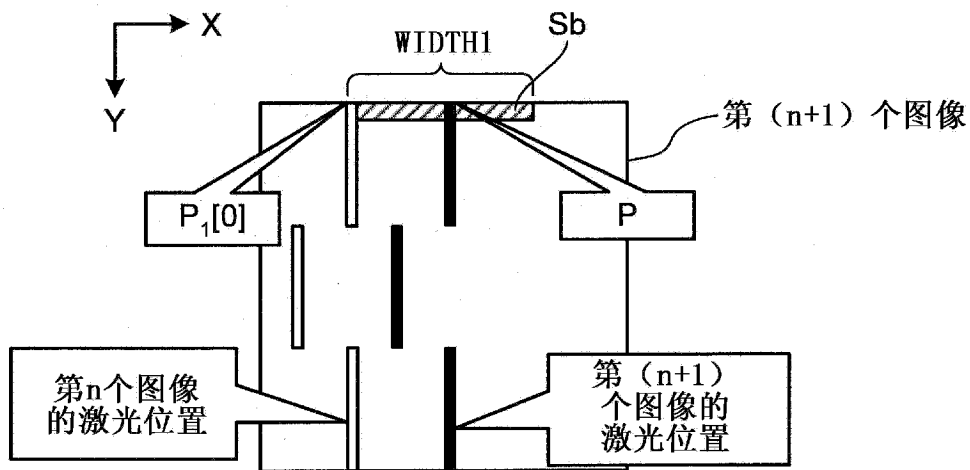


图 4B

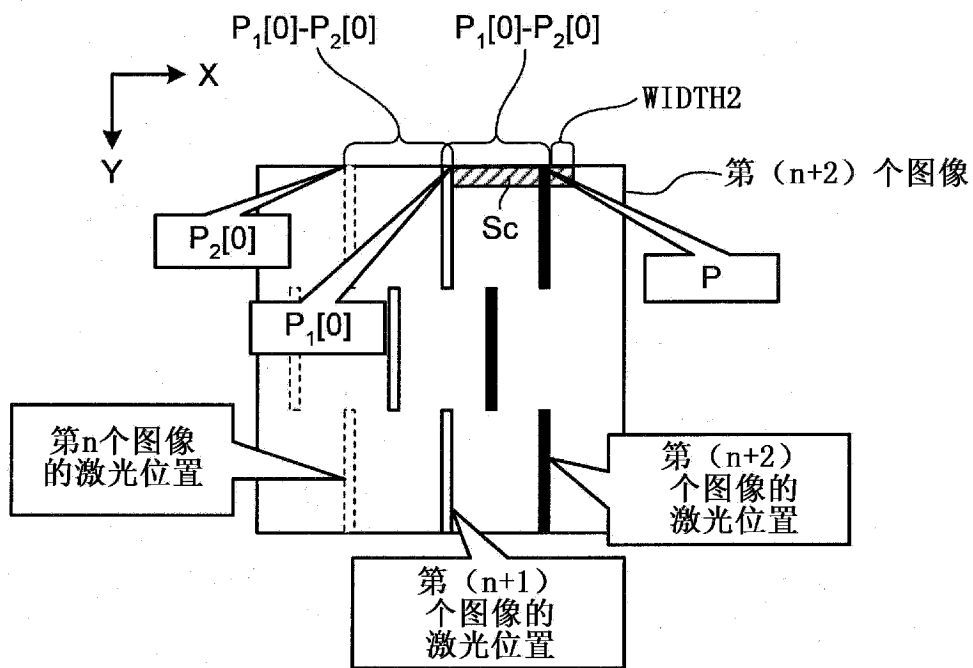


图 4C

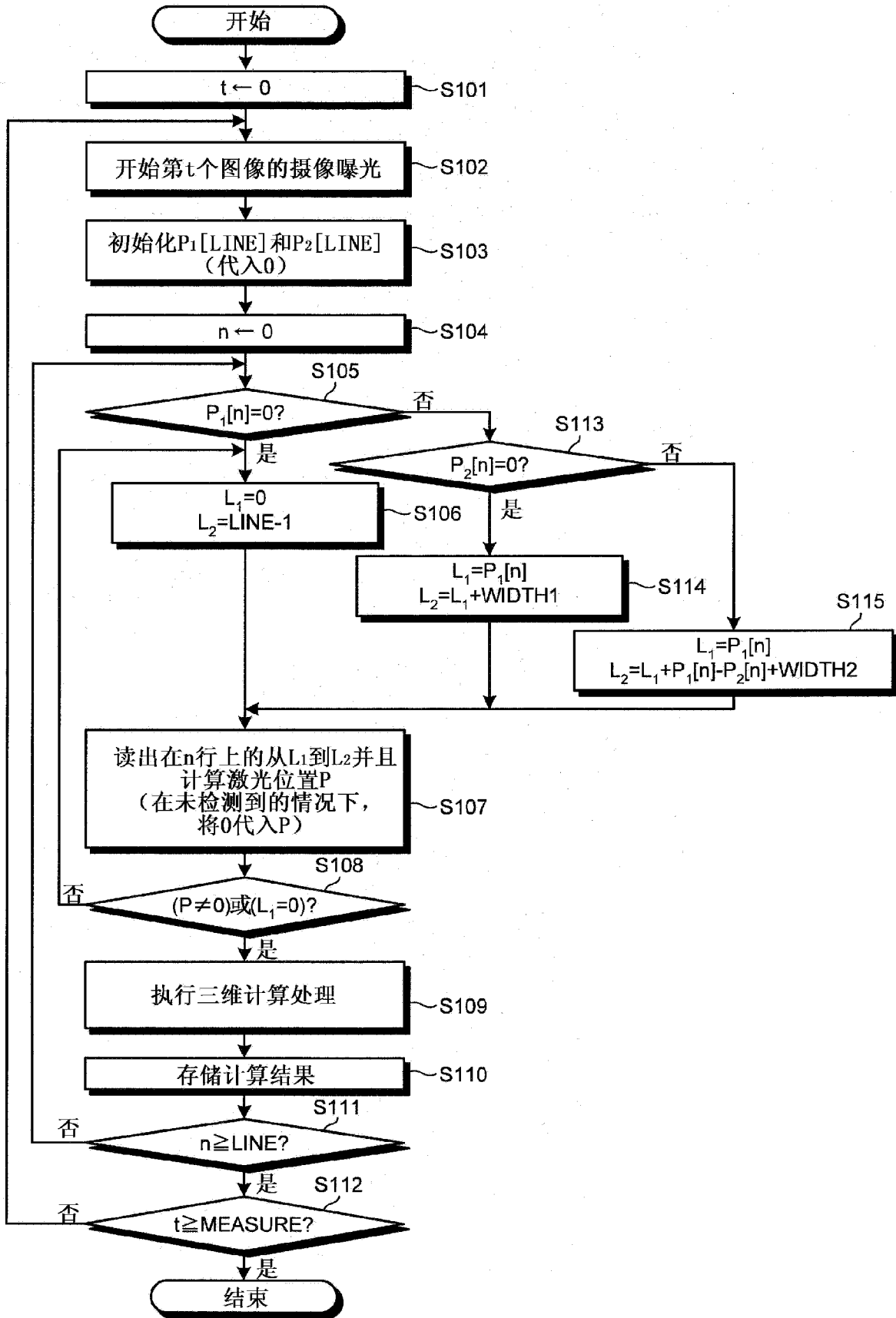


图 5

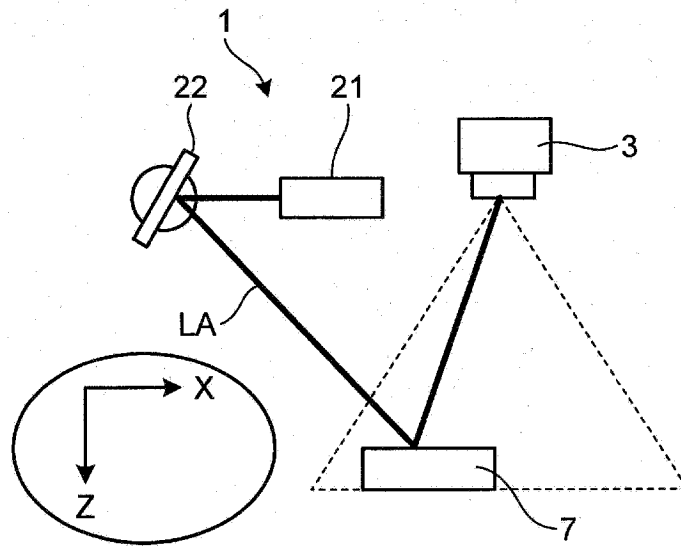


图 6A

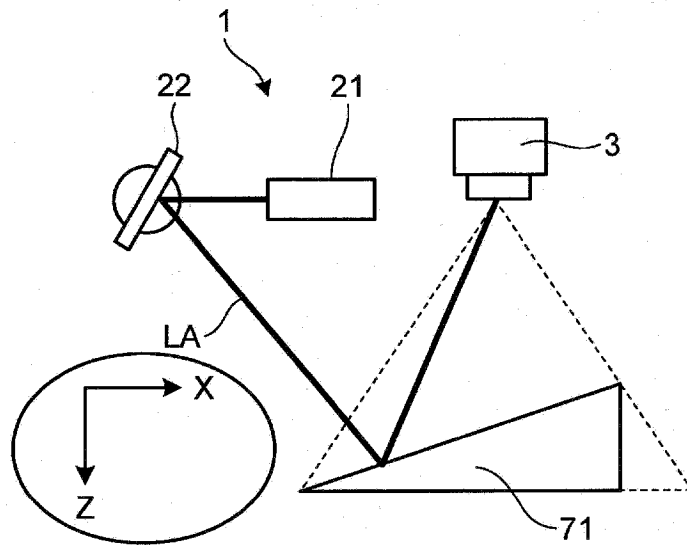


图 6B

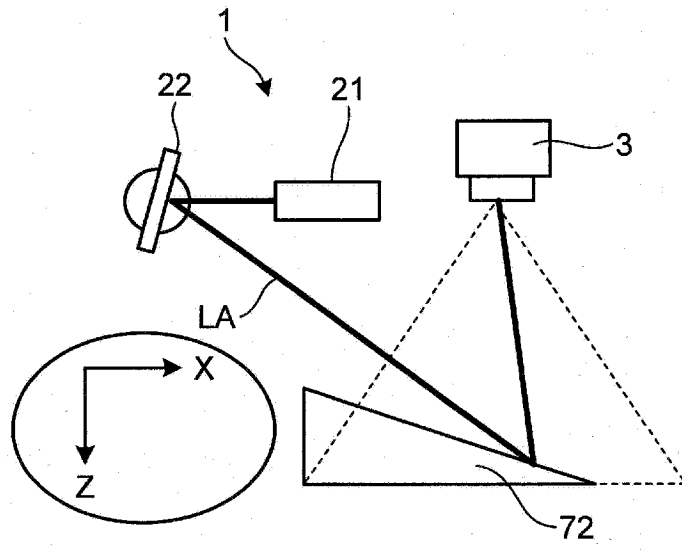


图 6C

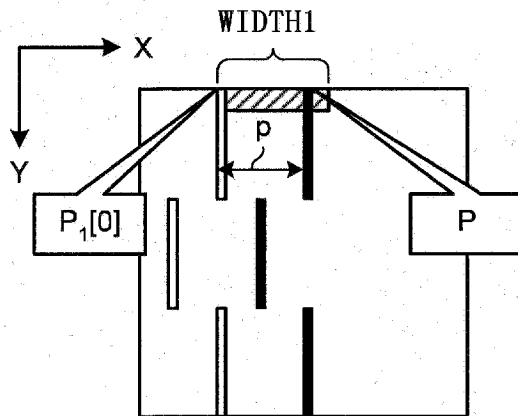


图 7A

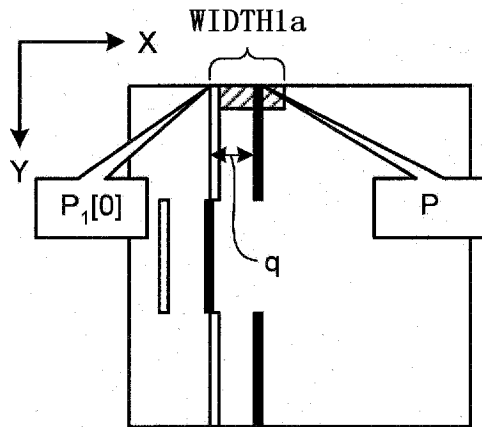


图 7B

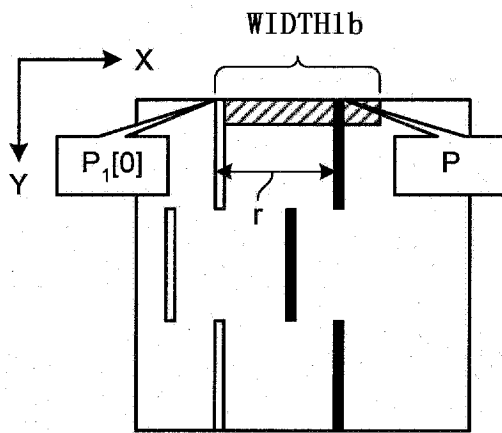


图 7C

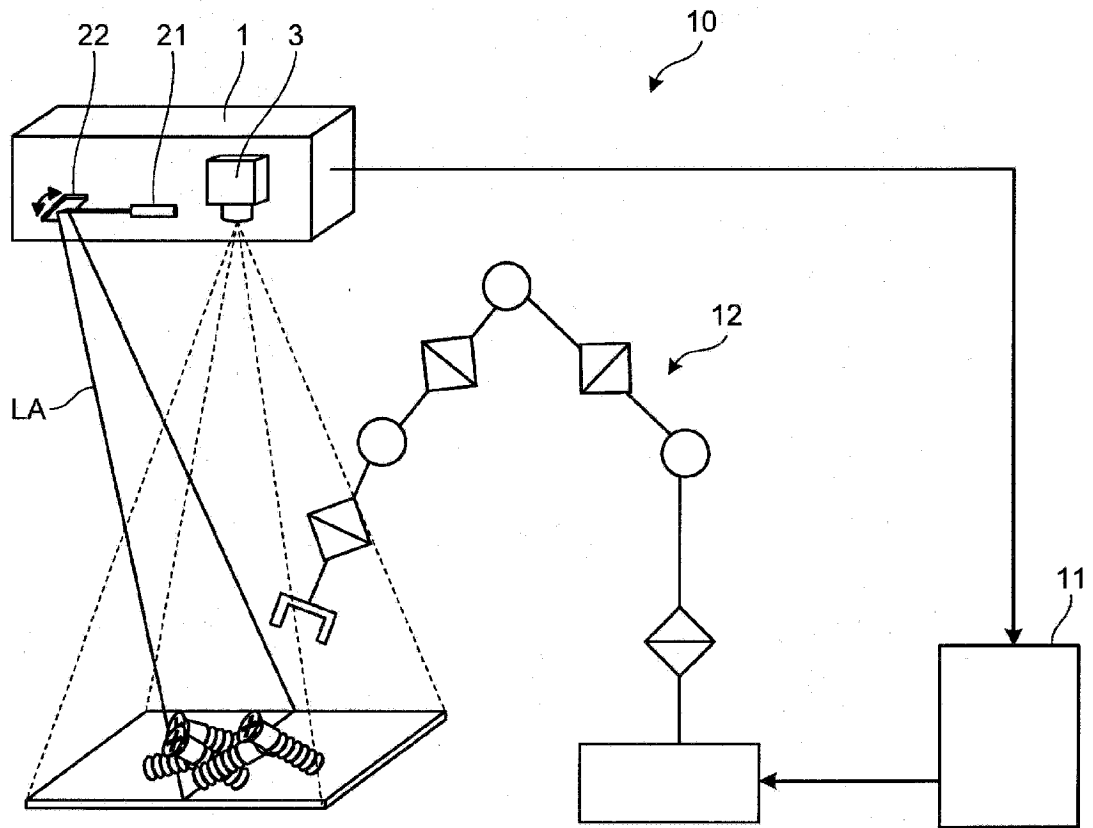


图 8