



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119317810 A

(43) 申请公布日 2025.01.14

(21) 申请号 202380045118.3

(22) 申请日 2023.03.10

(30) 优先权数据

2022-093398 2022.06.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/009217 2023.03.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/238465 JA 2023.12.14

(71) 申请人 日产自动车株式会社

地址 日本

(72) 发明人 鹭见典克

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 李靖

(51) Int.Cl.

G01B 11/24 (2006.01)

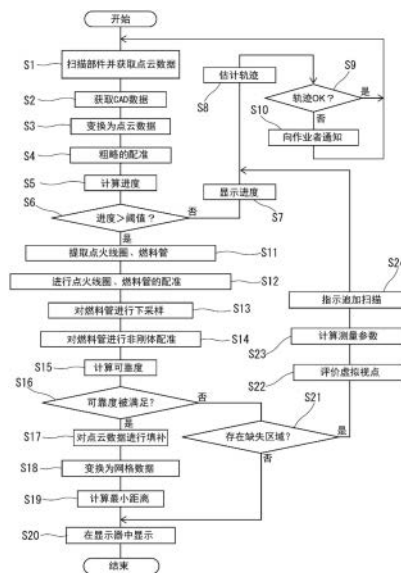
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

部件检查方法和装置

(57) 摘要

为了检查点火线圈(3)与燃料管(4)之间的最小距离,通过利用三维激光扫描器(5)进行的扫描来生成点云数据(S1),并将基于CAD数据的参考的点云数据(S2、S3)配准(S4~S14)。在配准后,用参考的点云数据来对测量出的点云数据进行填补(S17),并计算任意的两点间的最小距离(S19)。在可靠度低(S15、S16)的情况下判定缺失区域(S17),并进行追加扫描。此时,评价设定于周围的大量的虚拟视点,并以连接有利的点的方式计算轨迹等测量参数(S23),在此基础上,指示按照该测量参数进行追加扫描(S24)。



1. 一种部件检查方法,用于进行与在将多个部件组装而成的组装体中的作为对象的一个或多个部件的空间配置状态相关联的检查,在所述部件检查方法中,

利用三维传感器从外侧扫描包括对象部件的区域,来获取包括对象部件的外表面的一部分的测量数据,

获取包括各个对象部件的外形形状以及该对象部件在组装体内的位置关系的设计数据,

将对象部件的测量数据与对象部件的设计数据进行比较,来判定对象部件的测量数据中的缺失区域,

决定适于获取该缺失区域的测量数据的三维传感器的测量参数,

进行按照该测量参数的追加扫描。

2. 根据权利要求1所述的部件检查方法,其中,

在将基于设计数据的对象部件的点云数据与从测量数据提取出的对象部件的点云数据配准之后,进行缺失区域的判定。

3. 根据权利要求2所述的部件检查方法,其中,

针对多个对象部件中的各个对象部件进行配准,并且针对每个对象部件基于点云中的对应点数求出配准的可靠度,

针对配准的可靠度低的对象部件进行缺失区域的判定。

4. 根据权利要求1所述的部件检查方法,其中,

针对多个虚拟视点中的各个虚拟视点分别评价由三维传感器从这些虚拟视点进行了数据获取时是否良好地获取缺失区域的数据,

将连接有利的多个虚拟视点的轨迹以及在各虚拟视点处所需要的三维传感器的角度决定为测量参数。

5. 根据权利要求1所述的部件检查方法,其中,

基于由三维传感器获取的数据来估计扫描中的该三维传感器的移动轨迹,

判定该移动轨迹是否偏离了所指示的轨迹,

在偏离的情况下,输出促使修正的信息。

6. 根据权利要求5所述的部件检查方法,其中,

一边重复进行使用关键点将基于设计数据的包括对象部件的区域的点云数据与通过扫描获取到的该区域的点云数据配准的粗略的配准,一边进行三维传感器的移动轨迹的估计、偏离的判定、促使修正的信息的输出。

7. 根据权利要求5所述的部件检查方法,其中,

由作业者操作的三维传感器具备振动器,

由振动器发出与偏离程度相应的强度的振动,来作为促使修正的信息。

8. 根据权利要求2所述的部件检查方法,其中,

根据进行了粗略的配准的两个点云数据的匹配状态来求出扫描的进度,在该进度达到了规定的水平时进行对象部件的配准。

9. 一种部件检查装置,用于进行与在将多个部件组装而成的组装体中的作为对象的一个或多个部件的空间配置状态相关联的检查,所述部件检查装置具备:

三维传感器,其从外侧扫描包括对象部件的区域;

测量数据获取部,其通过使用了该三维传感器的扫描,来获取包括对象部件的外表面的一部分的测量数据;

设计数据获取部,其从数据库获取包括各个对象部件的外形形状以及该对象部件在组装体内的位置关系的设计数据;

缺失区域判定部,其将对象部件的测量数据与对象部件的设计数据进行比较,来求出对象部件的测量数据中的缺失区域;

测量参数计算部,其求出适于获取该缺失区域的测量数据的三维传感器的测量参数;以及

信息输出部,其对作业者输出该测量参数以进行追加扫描。

部件检查方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于进行与在将多个部件组装而成的组装体中的作为对象的一个或多个部件的空间配置状态相关联的部件检查方法和装置。

背景技术

[0002] 例如,在汽车的整车检查工序中,有时由检查员通过目视、使用尺子来进行组装于发动机舱内的大量的部件的位置的检查(例如与相邻的其它部件之间的间隙的检查)。近年来,尝试着通过使用了三维传感器的测量来获取各部件的外形的三维数据,由此进行这样的组装体中的特定的部件的安装状态或空间位置的检查(例如专利文献1)。

[0003] 在将多个部件三维地组装而成的组装体中,在利用三维传感器从外侧进行测量时,由于三维传感器的朝向不适当或被其它部件遮蔽等原因,可能在对象部件的一部分产生未能获取到数据的区域即所谓的缺失区域。该缺失区域成为使部件的形状、位置的确定精度下降的原因。

[0004] 专利文献1虽然公开了通过将缺失区域用作特征来进行对象物体的三维位置姿势的估计以及物体识别,但是没有公开关于在测量时使缺失区域变得更少的任何内容。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2011-174891号公报

发明内容

[0008] 关于本发明,在用于进行与在将多个部件组装而成的组装体中的作为对象的一个或多个部件的空间配置状态相关联的部件检查方法中,

[0009] 利用三维传感器从外侧扫描包括对象部件的区域,来获取包括对象部件的外表面的一部分的测量数据,

[0010] 获取包括各个对象部件的外形形状以及该对象部件在组装体内的位置关系的设计数据,

[0011] 将对象部件的测量数据与对象部件的设计数据进行比较,来判定对象部件的测量数据中的缺失区域,

[0012] 决定适于获取该缺失区域的测量数据的三维传感器的测量参数,

[0013] 进行按照该测量参数的追加扫描。

[0014] 根据本发明,决定适于获取缺失区域的测量数据的三维传感器的测量参数,并进行按照该测量参数的追加扫描,由此能够使缺失区域变得更小,从而能够提高作为对象部件的检查的前提的测量精度。

附图说明

[0015] 图1是从上侧观察一个实施例中的作为组装体的发动机舱内的各种部件而示出的

说明图。

[0016] 图2是一个实施例的间隙检查装置的功能框图。

[0017] 图3是由三维激光扫描器扫描得到的发动机舱及其内部的部件的点云数据。

[0018] 图4是40%的进度下的发动机舱及其内部的部件的点云数据。

[0019] 图5是关于可靠度的说明图。

[0020] 图6是示出一个实施例的间隙检查方法的处理的流程的流程图。

[0021] 图7是扫描时的三维传感器的移动轨迹的说明图。

[0022] 图8是示出扫描中的指示轨迹与实际的移动轨迹的偏离的说明图。

[0023] 图9是对缺失区域的追加扫描的说明图。

具体实施方式

[0024] 下面,参照附图来说明本发明的一个实施例。一个实施例是对用于在汽车的整车检查工序中确定位于发动机舱内的两个部件的空间位置并计算两者间的最小间隙的间隙检查应用了本发明而得到的。

[0025] 图1是从上侧观察一个实施例的作为组装体的汽车的发动机舱1内的各种部件的一部分的图,示出了发动机的吸气歧管2的附近的区域。在吸气歧管2的下侧配置有作为发动机的点火装置的一部分的点火线圈3。另外,作为向发动机供给燃料的配管的燃料管4位于吸气歧管2的侧方。燃料管4考虑到耐油性、耐火性而由金属管形成,沿径向的截面呈圆形。如图1所示,燃料管4具有:直线部4a,其沿着吸气歧管2的侧部大致直线状地延伸;以及倾斜部4b,其从该直线部4a的一端向点火线圈3侧倾斜。由金属管构成的燃料管4在安装时会产生些许变形,因而,是被视为非刚体的部件。另一方面,点火线圈3是被视为外形形状不发生变化的刚体的部件。

[0026] 点火线圈3与燃料管4之间的空间上的最小距离(最小间隙)一般由法令规定,因而,在整车检查工序中,需要检查该最小间隙。在此,在多数情况下,点火线圈3与燃料管4之间的设计上的最小距离被规定在点火线圈3和燃料管4中的至少一方的从外部无法视觉确认的外表面的位置,一般难以由检查员使用尺子进行测定。本实施例通过使用三维传感器从外部进行测量以及运算处理,来求出这样的两个部件间的间隙。

[0027] 如图2所示,在汽车的整车检查中使用的一个实施例的间隙检查装置构成为包括三维传感器例如三维激光扫描器5、数据库6、控制装置7、以及一个或多个显示器8。此外,在整车检查工序中大量的检查按照规定的顺序依次进行。一个实施例的间隙检查装置构成为整车检查工序中的检查装置之中的一部分。

[0028] 三维激光扫描器5能够通过向测量对象照射激光并测定反射时间来获取测量对象的表面形状的三维坐标,通过以每秒几万点左右的高速进行测量来获得高密度的点云数据。作为三维激光扫描器,已知各种大小和形式的三维激光扫描器,但是在一个实施例中使用作业者能够手持进行测量对象的扫描的形式的三维激光扫描器,通过沿着所指示的移动轨迹从外侧手动扫描包括点火线圈3、燃料管4以及其它部件的发动机舱1的特定的区域,来进行对象区域的测量。通过这样的三维激光扫描器5的扫描,如图3所示,获得包括点火线圈3和燃料管4的外表面的一部分的区域整体的点云数据。

[0029] 此外,点云数据实际上是通过扫描而作为每帧的时间序列数据来获取的,通过叠

加而能够获取区域整体的点云数据。另外,期望对获取到的点云数据实施如下噪声去除处理:去除例如在扫描时由进入的灰尘等引起的噪声。另外,作为三维激光扫描器,也可以将用于在扫描时识别作为目标的部件的形状、位置的作为基准的标记设为必需。

[0030] 在此,本发明中的“扫描”是包括三维传感器(例如三维激光扫描器5)自身具有的平面扫描功能以及例如由作业者沿着某个轨迹进行的三维传感器的移动中的任一方或双方的概念。在一个实施例中,通过使用具有平面扫描功能的三维激光扫描器5,并且使该三维激光扫描器5沿着规定的轨迹移动,来进行扫描。根据要进行测量的对象区域的大小、形状或者三维传感器的形式等,例如也能够将多个三维传感器固定地配置于空间内的适当的位置,利用各三维传感器的扫描功能来获取对象区域的点云数据。

[0031] 数据库6积累有作为检查对象的汽车的全部的设计数据,因而,作为设计数据而保存有作为间隙检查的对象点火线圈3的形状数据和燃料管4的形状数据、以及表示两者在空间内的位置关系的数据。并且,在数据库6还积累有存在于区域内的其它部件的形状数据、位置关系的数据。设计数据以构成网格(mesh)的CAD数据的形式保存于数据库6,在间隙检查时,所需的设计数据从数据库6被读取到控制装置7。此外,对于设计数据,也可以在读取到控制装置7后,对除了同点火线圈3与燃料管4之间的间隙有关的部分以外的部位实施周知的隐藏面处理,来缩小数据尺寸。

[0032] 控制装置7构成为包括第一配准部7a、进度计算部7b、第二配准部7c、第三配准部7d、可靠度计算部7e、第一填补部7f、第二填补部7g、距离计算部7h、信息输出部7i、缺失区域判定部7j、测量参数计算部7k、以及移动轨迹判定部7m。此外,虽未图示,但如上所述,控制装置7包括:测量数据获取部,其通过使用三维激光扫描器5的扫描来获取包括对象部件的外表面的一部分的测量数据;以及设计数据获取部,其从数据库6获取包括各个对象部件的外形形状以及该对象部件在发动机舱1内的位置关系的设计数据。

[0033] 第一配准部7a进行由三维激光扫描器5获取到的测量数据中的包括点火线圈3和燃料管4的对象区域(在配准中作为所谓的目标的区域)整体与数据库6中积累的设计数据中的包括点火线圈3和燃料管4的区域(在配准中作为所谓的参考的区域)整体的粗略的配准。例如,第一配准部7a使用FPFH算法,从作为目标的区域整体的点云数据搜索关键点,并描述该关键点的特征、例如关键点的法向量、周围的相对角度。并且,在使用周知的变换方法将作为参考的区域整体的设计数据变换为点云数据的基础上,同样地使用FPFH算法来搜索关键点,并描述该关键点的特征、例如关键点的法向量、周围的相对角度。然后,第一配准部7a通过将目标有关的关键点同参考有关的关键点之间的法向量、同周围的点云的相对角度进行比较,来搜索构成法向量、相对角度大致一致的对的关键点的组合。然后,使用成对的关键点的组合来将参考的点云数据与目标的点云数据粗略地进行配准。此外,在该粗略的配准时,将作为非刚体的燃料管4视为刚体,其结果,在燃料管4的长度范围内进行平均的配准。由第一配准部7a进行的对象区域的粗略的配准是与对象区域的扫描的进展并行执行的。第一配准部7a也可以使用除FPFH算法以外的公知的算法来进行对象区域的粗略的配准。

[0034] 进度计算部7b在由第一配准部7a进行的粗略的配准后、且在点火线圈3和燃料管4的后述的详细的配准前,计算表示在对象区域中所需的扫描进展到何种程度的进度。例如,进度计算部7b根据基于作为参考的设计数据的对象区域的点云数据的点数同通过由

第一配准部7a进行的粗略的配准而在参考与目标之间彼此匹配的点云数据的点数之比,来计算扫描的进度。进度计算部7b进一步将像这样计算出的进度与规定的进度阈值(在本实施例中例如为40%)进行比较,实时地判定伴随着扫描的进展而逐渐增加的进度是否超过了该进度阈值。例如,此时的进度和该进度是否超过了进度阈值的信息经由信息输出部7i来显示于显示器8,因此,作业者按照该显示,持续利用三维激光扫描器5进行扫描。换言之,实时地重复进行利用三维激光扫描器5进行的扫描(点云数据的生成)、粗略的配准以及进度计算,直到超过规定的进度阈值为止。例如,在图4中用虚线包围的区域相当于40%的进度。

[0035] 此外,进度除了根据如上述那样的数据点数之比来评价以外,也可以根据三维激光扫描器5已通过的视点的数量、在粗略的配准中使用的关键点的数量等来评价。

[0036] 第二配准部7c以进度超过阈值为条件,来对各个部件进行空间内的详细的配准。即,第二配准部7c针对通过测量点火线圈3和燃料管4而获得的目标的点云数据的全部的点,从参考的点云数据中搜索成对的点,来将作为参考的点云数据与作为目标的点云数据详细地进行配准。关于作为非刚体的燃料管4,在此被视为刚体,其结果,在燃料管4的长度范围内进行平均的配准。第二配准部7c的详细的配准能够使用公知的适当的算法来进行。

[0037] 第三配准部7d在由第二配准部7c进行的详细的配准后,对于作为非刚体的部件(在本实施例中为燃料管4)进行考虑到变形的所谓的非刚体配准。在此,能够使用公知的适当的算法,但是,例如,从视为刚体而预先进行了配准的参考的点云数据和目标的点云数据搜索最近邻对,并求出作为使对的两点相互接近的参数的旋转、放大、平移的各参数。例如,对燃料管4的外形形状进行下采样,来设为以具有顶点和边缘的多个三角形构成外表面那样的形态,使用代表进行了下采样所得到的各区域、也就是包括相邻的多个三角形的各区域的点云(簇)的顶点,附加边缘的长度不变化(严格地说,长度变化最小)这样的约束,将簇的变形分解为旋转、放大、平移的参数。作为这样的以簇为单位的变形的集合来获得燃料管4整体的变形。第三配准部7d通过这样的考虑到变形的非刚体配准的方法,来使关于燃料管4的参考的点云数据变形并在空间内与目标的点云数据配准。

[0038] 可靠度计算部7e计算对于作为对象的各部件(也就是点火线圈3和燃料管4)的配准的可靠度。换言之,可靠度计算部7e针对点火线圈3和燃料管4分别计算表示在配准后的参考的点云数据的附近收进了多少目标的点云数据的可靠度。

[0039] 图5是为了说明可靠度而示意性地示出配准后的燃料管4的点云数据的说明图。为了简化说明,在此,暂且假设为燃料管4的某个截面处的圆形的外表面由13个点云数据形成。排列为圆形的13个点云数据 D_r 是基于设计数据的参考的点云数据,排列为半圆状的7个点云数据 D_t 是基于测量数据的目标的点云数据。例如,仅从图的上侧进行了三维激光扫描器5的扫描,其结果,下半部分成为所谓的缺失区域,目标的点云数据 D_t 排列为半圆状。

[0040] 可靠度例如用参考的点云数据 D_r 的点数与从该参考的点云数据 D_r 的各点起半径 L 的范围内所包括的目标的点云数据 D_t 的点数之比来表示。此外,在图中,从参考的点云数据 D_r 的大量的点起半径 L 的范围内通过分别用虚线表示的外侧的圆 C_1 和内侧的圆 C_2 来表示。在图5的(a)的例子中,在圆 C_1 、 C_2 的范围 R 内包括目标的4个点云数据 D_t ,因此可靠度为4/13。另外,在图5的(b)所示的例子中,在圆 C_1 、 C_2 的范围 R 内包括的目标的点云数据 D_t 为2个,因此可靠度为2/13。在图5的(c)所示的例子中,目标的全部的点、也就是7个点云数据 D_t 都

包括在范围R内,可靠度为7/13。像这样,可靠度受到配准的精度以及测量数据中的缺失区域的大小或比例这双方的影响。

[0041] 第一填补部7f用参考的点云数据来对在点火线圈3的测量数据、也就是目标的点云数据中没有被扫描出从而欠缺的部分进行填补。也就是说,用参考的点云数据来对从发动机舱1的上侧观察不到而被隐藏的点火线圈3的背侧(下侧)的外表面部分进行填补,来生成点火线圈3的包括被隐藏的的部分的点云数据。然后,第一填补部7f使用周知的变换方法将所生成的点云数据变换为构成面的网格数据。

[0042] 同样地,第二填补部7g用参考的点云数据来对在燃料管4的测量数据、也就是目标的点云数据中没有被扫描出从而欠缺的部分进行填补。也就是说,用参考的点云数据来对从发动机舱1的上侧观察不到而被隐藏的燃料管4的背侧(下侧)的外表面部分进行填补,来生成燃料管4的包括被隐藏的的部分的点云数据。然后,第二填补部7g使用周知的变换方法将所生成的点云数据变换为构成面的网格数据。

[0043] 距离计算部7h基于由第一填补部7f获取到的点火线圈3的网格数据和由第二填补部7g获取到的燃料管4的网格数据,分别计算从点火线圈3的表面的各点到燃料管4的表面的各点的距离。并且,距离计算部7h通过将计算出的各距离相互比较来求出最小距离。此外,也可以不将点火线圈3的点云数据和燃料管4的点云数据变换为网格数据,而是距离计算部7h基于各个点云数据分别计算从点火线圈3的各点到燃料管4的各点的距离。

[0044] 信息输出部7i生成要显示于显示器8的各种图像、要从未图示的扬声器作为声音输出的数据等。例如,最终求出的最小距离、前述的进度等被显示于作业者能够视觉确认的一个或多个显示器8。

[0045] 缺失区域判定部7j针对作为对象的各部件(点火线圈3和燃料管4)分别进行测量数据中欠缺的部分、也就是缺失区域的判定。例如,将各部件的设计数据中的应被扫描的表面划分为大量的栅格,按各栅格求出所扫描出的点云的比例(实际扫描出的点数相对于应被扫描的点数之比),如果该比例为规定的阈值以下则判定为该栅格为缺失区域。由此,求出对象部件的设计数据中的哪个部分为缺失区域。

[0046] 此外,原本并非扫描对象的表面部分(例如被其它部件包围而无法通过直线视觉确认的部分等)不成为缺失区域的判定对象。也就是说,如果适当地进行扫描操作则能够获取到测量数据、但目前缺少测量数据的部分成为缺失区域,即使该部分是预定进行测量数据的获取的部分。

[0047] 测量参数计算部7k针对缺失区域判定部7j判定出的缺失区域,计算为了进行这些缺失区域的测量数据获取所需要的利用三维激光扫描器5进行测量的测量参数。测量参数是指三维激光扫描器5的位置及其指向方向(换言之,角度),并且,在能够变更激光的强度等测量模式的情况下,测量参数是指该测量模式等。在一个实施例中,作业者一边手持三维激光扫描器5使其移动一边进行扫描,因此,缺失区域的测量数据获取所需要的三维激光扫描器5的位置及其指向方向被生成为连续的移动轨迹。

[0048] 这样生成的测量参数(例如所需要的移动轨迹、测量模式等)经由信息输出部7i来显示于显示器8。也可以一并显示缺失区域的位置、范围。作业者按照该显示器8的显示来进行追加扫描。

[0049] 图9是说明测量参数计算部7k的测量参数计算原理的说明图。在该简化后的图9

中,例如将上述的发动机舱1中的需要测量的区域整体表示为测量对象物0J。测量对象物0J具有已经获取到测量数据的区域0Ja、以及目前缺少测量数据的缺失区域0Jb。测量参数计算部7k首先如图9的(a)所示,在测量对象物0J的周围设定大量的虚拟视点。图中的四棱锥示意性地表示三维激光扫描器5,四边形的底面的朝向为三维激光扫描器5的指向方向。如作为附图标记5a、5b、5c……所示,设定位置、指向方向不同的大量的虚拟视点。另外,在三维激光扫描器5具有测量深度不同的能够切换的两个测量模式的情况下,按各模式设定虚拟视点。接着,针对各虚拟视点评价是否良好地获取缺失区域0Jb的数据。例如,评价是否能够从虚拟视点通过直线视觉确认作为对象的缺失区域、到缺失区域的距离对于测量而言是否适当、是否能够对大量的缺失区域集中进行测量等。

[0050] 然后,如图9的(b)所示,对具有相同的测量模式的相对有利的多个虚拟视点进行填补来连成一条连续的线,生成包括指向方向的三维激光扫描器5的优选的移动轨迹TR11。在此,以指向方向不急剧变化为条件。附图标记S表示扫描的开始点,附图标记E表示结束点。此外,如果虚拟视点的评价的结果为需要不同的测量模式下的追加扫描,则按各模式生成优选的移动轨迹。像这样生成的优选的移动轨迹TR11作为用于进行追加扫描的指示轨迹,例如图示那样在显示器8显示为包括指向方向的图像。

[0051] 移动轨迹判定部7m基于由三维激光扫描器5获取的数据来估计由作业者进行扫描中的该三维激光扫描器5的移动轨迹,并判定该移动轨迹是否偏离了所指示的指示轨迹。例如,如图7所示,针对发动机舱1内的组装体那样的特定的测量对象物0J(在图中简化示出)预先设定有三维激光扫描器5的包括指向方向的指示轨迹(作业者应操作三维激光扫描器5的轨迹)TR1、TR2,例如通过显示器8上的显示或者印刷物等来向作业者提供该指示。作业者使三维激光扫描器5沿着该指示轨迹TR1、TR2运动来进行扫描。此外,指示轨迹TR1是将三维激光扫描器5的测量模式设为第一模式来进行的扫描的指示轨迹,指示轨迹TR2是将三维激光扫描器5的测量模式设为第二模式来进行的扫描的指示轨迹。当由作业者进行的实际的扫描作业未正确地沿着指示轨迹时,缺失区域增加,不是优选的。因此,移动轨迹判定部7m判定实际的移动轨迹是否偏离了指示轨迹,在偏离的情况下,向作业者通知该意思来促使修正移动轨迹。

[0052] 图8是说明移动轨迹判定的原理的说明图。作为扫描对象的区域的基本形状或结构作为从数据库6获得的设计数据是已知的,因此,能够基于从三维激光扫描器5逐次获得的点云数据来估计三维激光扫描器5在空间内的位置及其指向方向,进而能够以包括三维激光扫描器5的指向方向的方式估计其移动轨迹。将像这样估计出的移动轨迹TR1'逐次与指示轨迹TR1进行比较。例如图8所示,根据构成指示轨迹TR1的点P1、P2、P3……以及构成移动轨迹TR1'的点P11、P12、P13……的坐标序列,求出将最近的两点连接的向量对的角度差及距离差并将它们进行比较,由此能够判定局部的指示轨迹TR1与移动轨迹TR1'的一致程度。此外,作为用于判定移动轨迹的偏离的算法,能够使用其它公知的适当的算法。

[0053] 实际的移动轨迹偏离了指示轨迹的情况下的向作业者的通知能够是通过显示器8上的显示、声音来进行的警告、指示等,但是在优选的一个实施例例中,三维激光扫描器5内置有振动器,通过使作业者手持的三维激光扫描器5振动来向作业者进行警告、通知。此时,优选由振动器发出与偏离程度相应的强度的振动,来作为促使修正的信息。也就是说,当在扫描作业中实际的移动轨迹刚要远离指示轨迹时三维激光扫描器5开始振动,越远离指示轨

迹则振动越强,此后,如果向指示轨迹接近则振动变弱,因此,即使作业者没有严格地掌握空间内的指示轨迹,也易于进行沿着指示轨迹的扫描作业。

[0054] 接着,基于图6的流程图来说明本实施例的间隙检查装置的动作。

[0055] 首先,作为步骤S1,通过由作业者进行的三维激光扫描器5的操作,从外侧扫描发动机舱1内的包括作为对象部件的点火线圈3和燃料管4的规定的区域,来获取包括各部件的外表面的一部分的点云数据。该扫描和点云数据的生成伴随着扫描操作而逐渐进展。

[0056] 接着,在步骤S2中,从数据库6获取作为对象部件的点火线圈3、燃料管4及周边的其它部件的CAD数据、以及表示它们的空间位置关系的CAD数据。

[0057] 然后,在步骤S3中,使用公知的适当的变换方法,将CAD数据变换为点云数据。

[0058] 接着,在步骤S4中,作为前述的第一配准部7a,进行作为目标的区域整体与作为参考的区域整体的粗略的配准。如前所述,通过使用关键点的搜索、成对的关键点的组合来对包括点火线圈3、燃料管4及其它部件的区域整体的点云数据与数据库6中积累的设计数据中的包括点火线圈、燃料管及其它部件的区域整体的点云数据进行配准,从而进行粗略的配准。

[0059] 在步骤S4的粗略的配准之后,在步骤S5中,作为前述的进度计算部7b,根据作为参考的区域的点云数据的点数与已扫描的区域的点云数据中的匹配的点数之比来计算扫描的进度。

[0060] 然后,在步骤S6中,判定该进度是否超过了规定的进度阈值(例如40%)。在进度为阈值以下的情况下,向步骤S7转移,在显示器8显示该进度,并持续由作业者进行扫描。也就是重复步骤S1以后的处理。

[0061] 在此,在继步骤S7之后的步骤S8中,作为前述的移动轨迹判定部7m,估计作业者使三维激光扫描器5移动的实际的移动轨迹,并且在步骤S9中,判定估计出的移动轨迹是否沿着正确的指示轨迹。如果沿着指示轨迹,则返回到步骤S1,照旧重复进行扫描。如果估计出的移动轨迹偏离了正确的指示轨迹,则在步骤S10中向作业者通知该意思来促使修正轨迹,在此基础上,返回到步骤S1,继续进行扫描。关于向作业者的通知,优选的是,如前所述,使用由内置于三维激光扫描器5的振动器进行的与偏离的程度相应的强度的振动。

[0062] 因而,基本上,在从开始扫描起、到进度达到规定的进度阈值为止的期间重复进行步骤S1~S10的处理。在即使通过全部指示轨迹也没有达到进度阈值的情况下,需要沿着相同的指示轨迹进行多次扫描。

[0063] 如果在步骤S6中进度超过了阈值,则从步骤S6向步骤S11转移,从关于区域整体的测量数据的点云数据和设计数据的点云数据分别提取作为对象部件的点火线圈3和燃料管4的点云数据。从测量数据提取出的点云数据成为所谓的目标,从设计数据提取出的点云数据成为所谓的参考。作为参考的对象部件的点云数据也可以根据部件单体的CAD数据来生成。

[0064] 接着,在步骤S12中,作为第二配准部7c,使用公知的适当的算法来进行点火线圈3和燃料管4的详细配准。在此,燃料管4被视为刚体。例如,如前所述,在经过了粗略的配准的目标的点云数据与参考的点云数据之间搜索成对的点,以使参考与目标接近的方式进行详细的配准。

[0065] 接着,在步骤S13中对燃料管4的数据进行下采样,以进行作为非刚体的燃料管4的

非刚体配准。然后,在步骤S14中,进行燃料管4的考虑到变形的非刚体配准。也就是说,一边使参考的点云数据变形一边使其向目标的位置配准。在该非刚体配准中,从如上所述那样视为刚体来进行了配准的参考的点云数据与目标的点云数据搜索最近邻对,并求出作为相互接近的参数的旋转、放大、平移。

[0066] 接着,向步骤S15前进,针对点火线圈3和燃料管4分别计算配准的可靠度。可靠度例如用参考的点云数据的点数与从该参考的点云数据的各点起规定半径的范围内所包括的目标的点云数据的点数之比来表示。

[0067] 然后,在步骤S16中,判定点火线圈3的配准的可靠度和燃料管4的配准的可靠度是否分别满足规定的可靠度。在双方的可靠度均满足规定的可靠度的情况下,作为配准完成,向步骤S17转移。

[0068] 在步骤S17中,作为第一填补部7f和第二填补部7g,用与目标配准的参考的点云数据来对点火线圈3和燃料管4的目标的点云数据的未被扫描出的部分进行填补。由此,生成在各个目标的位置包括未被扫描出的部分(也就是被隐藏的部分)的点火线圈3和燃料管4的点云数据。

[0069] 然后,在步骤S18中,使用公知的变换方法,针对点火线圈3和燃料管4双方,将包括未被扫描出的部分的点云数据变换为构成面的网格数据。

[0070] 接着,在步骤S19中,作为距离计算部7h,基于点火线圈3的网格数据和燃料管4的网格数据来计算点火线圈3与燃料管4之间的最小距离。也就是说,求出各表面的任意的两点间的距离,并将其中的最小值设为最小距离。

[0071] 然后,在步骤S20中,将包括该最小距离的检查结果、其它需要的信息显示于显示器8。也可以将计算出的最小距离与阈值进行比较,在小于阈值的情况下显示一些警告。

[0072] 另一方面,在步骤S16中针对任一部件判定为配准的可靠度不足的情况下,从步骤S16向步骤S21前进,针对可靠度不足的部件进行缺失区域的判定。如前所述,将各部件的设计数据中的应被扫描的表面划分为大量的栅格,按各栅格求出所扫描出的点云的比例(实际扫描出的点数相对于应被扫描的点数之比),如果该比例为规定的阈值以下则判定为该栅格为缺失区域。

[0073] 此外,在步骤S21中为“否”的情况下,意味着可靠度不足并非由缺失区域引起,例如,未正确地识别出对象部件等,因此,在显示器8显示一些警告等并结束处理。在该情况下,例如,从最初的扫描起重新开始。

[0074] 如果在步骤S21中判定为存在缺失区域(换言之,不充分的可靠度由缺失区域引起),则从步骤S21向步骤S22前进,为了进行缺失区域的数据获取而在作为对象的区域(发动机舱1)的周围设定多个虚拟视点并评价各个虚拟视点的有利性。然后,在步骤S23中,计算追加扫描所需要的测量参数(三维激光扫描器5的移动轨迹、指向方向、测量模式等),在步骤S24中,指示作业者应使用这些测量参数来进行追加扫描。该指示例如通过显示器8上的显示、声音指示等来进行。期望的是,作为参数而计算出的所需要的移动轨迹作为用于进行追加扫描的指示轨迹来进行画面显示。然后,从步骤S24向步骤S1返回,进行重新扫描。此外,在图示例子中,在追加扫描时也进行步骤S8~S10的移动轨迹的判定、修正。持续进行追加扫描,直到配准的可靠度满足规定的可靠度为止(步骤S16)、或者直到判定为没有缺失区域(例如某个比例以下)为止(步骤S17)。

[0075] 像这样,在上述实施例中,针对如果适当地进行扫描则应该能够获取到数据的部分进行缺失区域的判定,计算获取该缺失区域的数据所需要的测量参数,促使作业者按照该测量参数进行追加扫描,因此,能够高效地获取三维测量数据。另外,能够抑制因扫描时的缺失区域的存在而引起的各种检查精度的下降。特别是,仅针对配准的可靠度低的部件进行缺失区域的判定,并进行追加扫描以弥补该部件的缺失区域,因此,追加扫描效率高。

[0076] 并且,在将参考的点云数据与目标的点云数据配准后进行缺失区域的判定,因此,能够更准确地掌握对象部件的哪个部分为缺失区域。

[0077] 另外,在上述实施例中,判定由作业者操作的三维激光扫描器5的移动轨迹是否沿着规定的指示轨迹,并促使修正为沿着指示轨迹。因而,使扫描变得更容易且更合适,能够实现作业时间的缩短。

[0078] 以上,说明了将本发明应用于汽车的点火线圈3与燃料管4之间的间隙的检查的一个实施例,但是本发明不限于这样的用途,能够广泛地应用于在包括多个部件的组装体中与对象部件在空间内的位置、姿势等空间配置状态相关联的检查。此外,在上述实施例中,为了进行两部件之间的距离的检查而将两个部件作为对象部件,但是,即使对象部件为一个也能够应用本发明。

[0079] 另外,在上述实施例中,说明了作业者手持三维激光扫描器5进行操作的例子,但是,在由机器人利用三维传感器进行扫描的情况下,也同样能够应用上述的缺失区域的处理、移动轨迹的估计等。在该情况下,能够通过按照为了补充缺失区域而计算出的测量参数控制机械臂,来进行追加扫描。

[0080] 此外,作为三维传感器,不限于上述实施例的三维激光扫描器5,只要能够获取、生成三维的点云数据即可,也可以是任何形式的三维传感器。能够广泛应用ToF形式的三维传感器、立体摄像机等三角测量方式的三维传感器等。

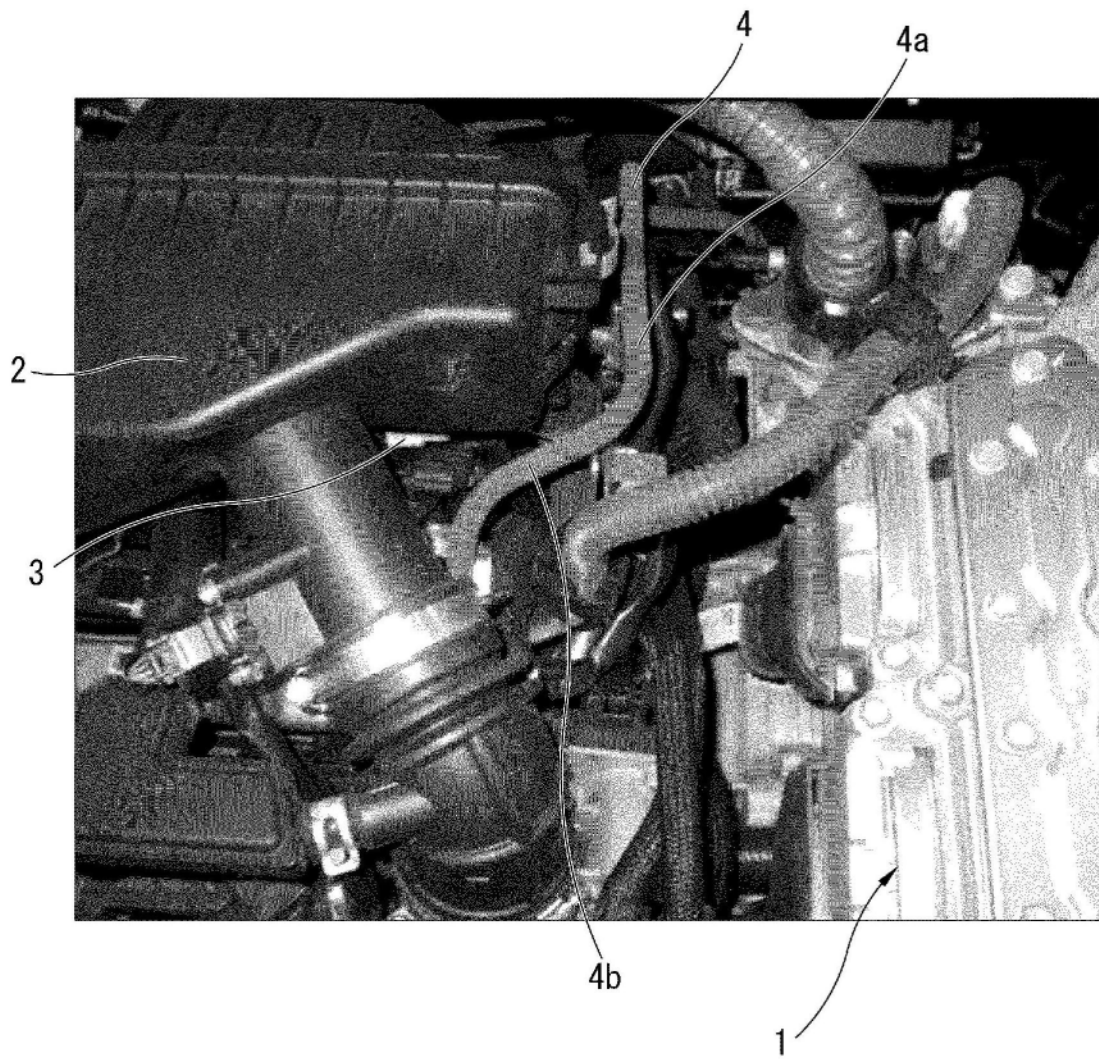


图1

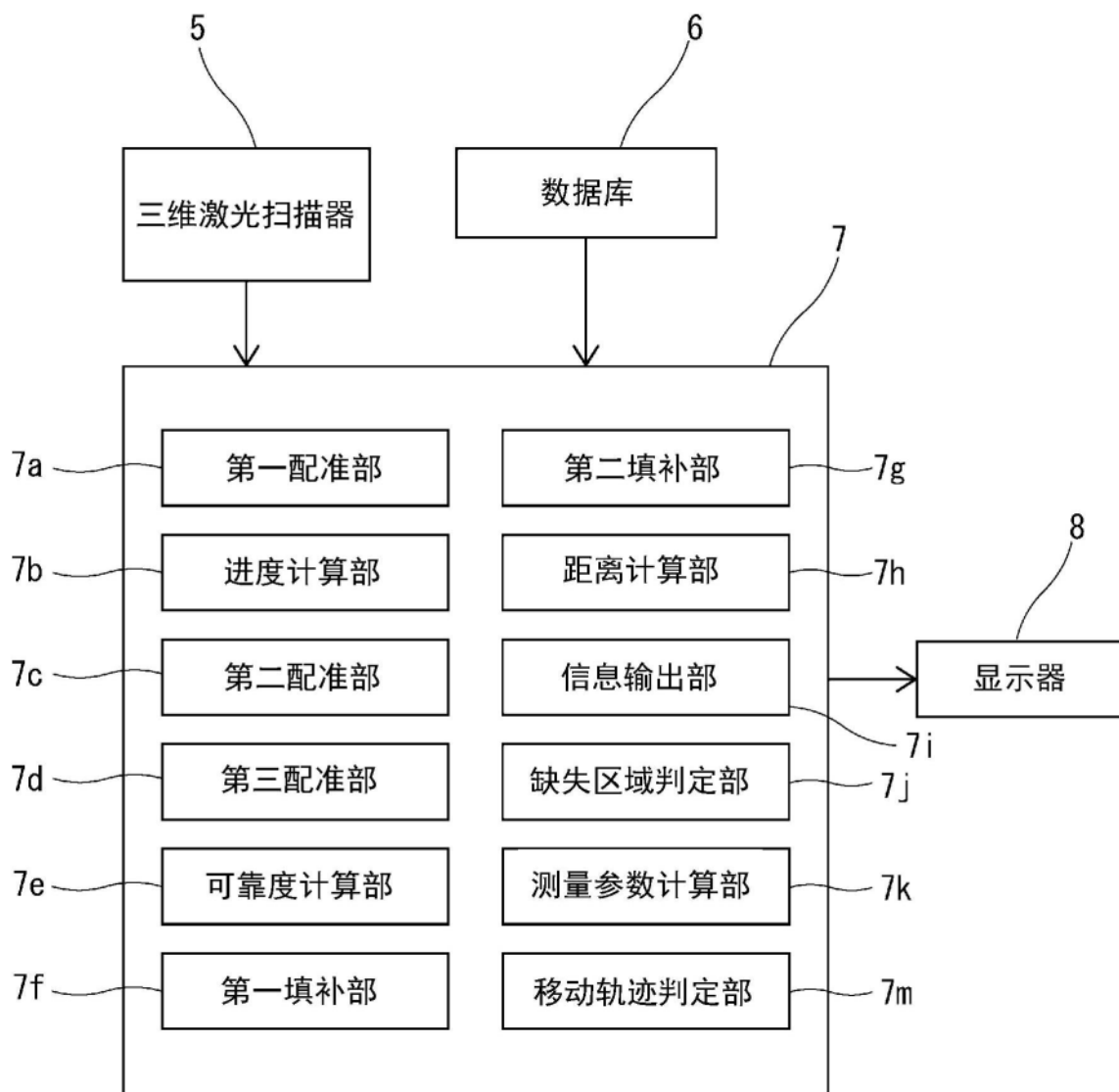


图2

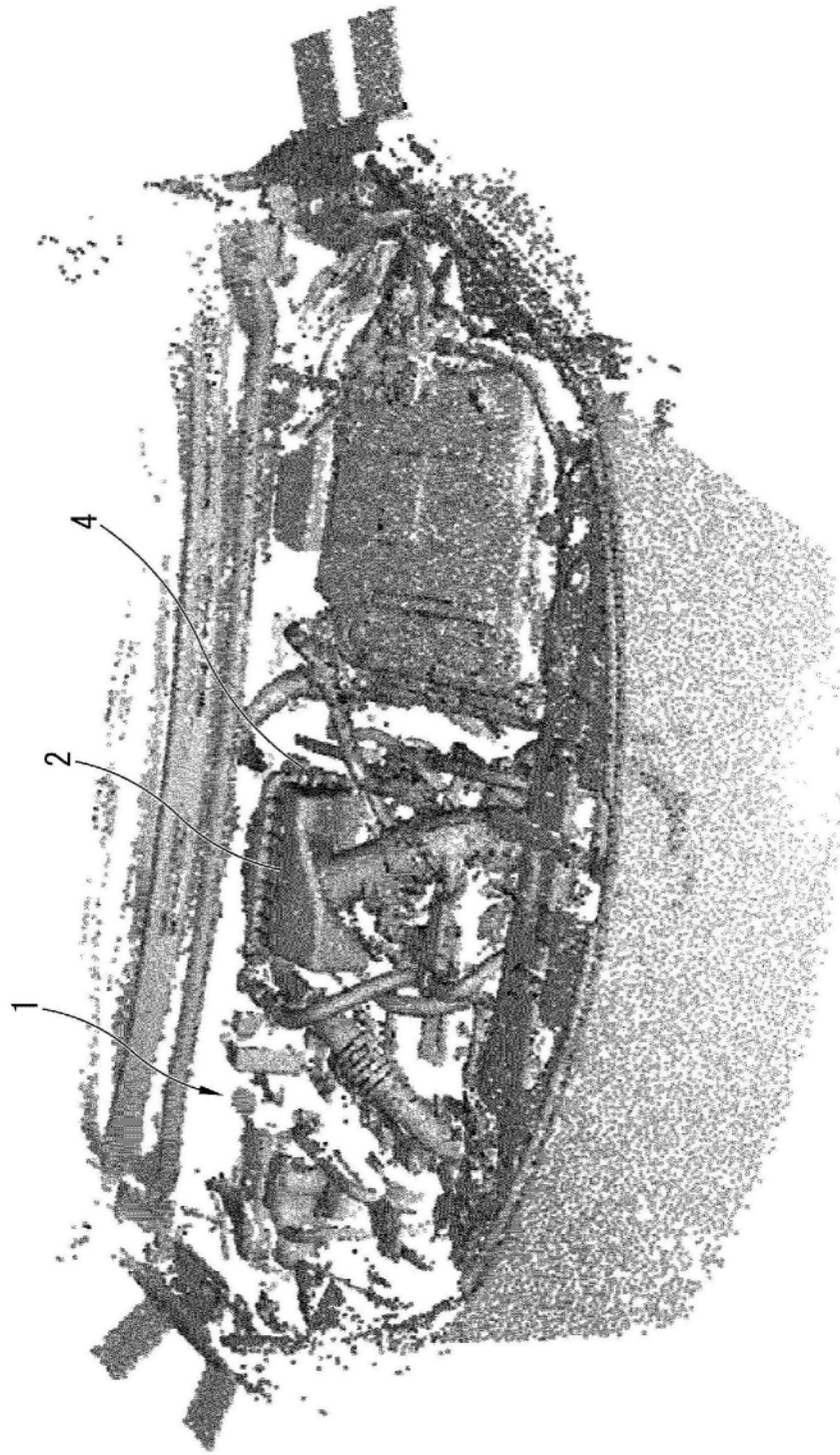


图3

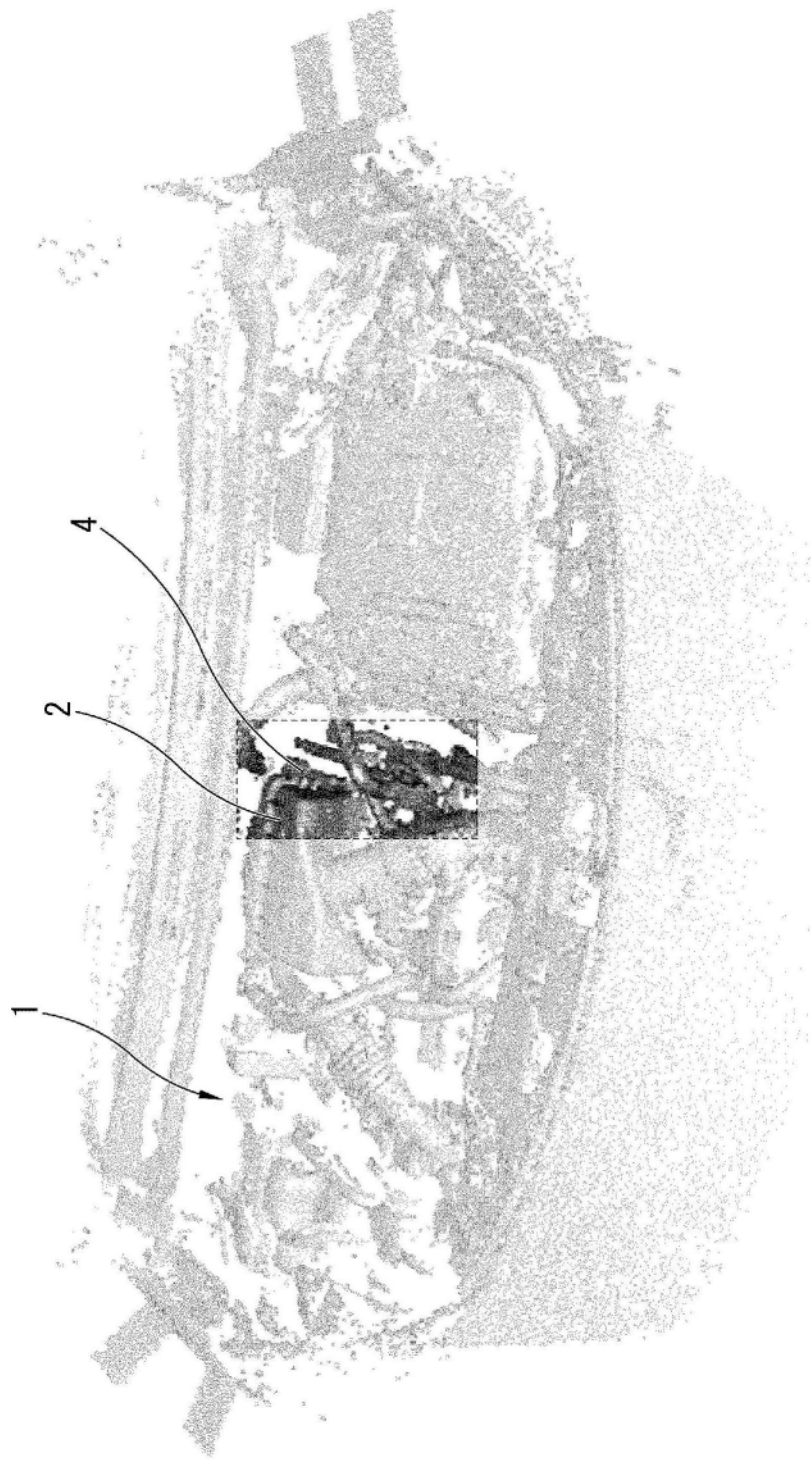


图4

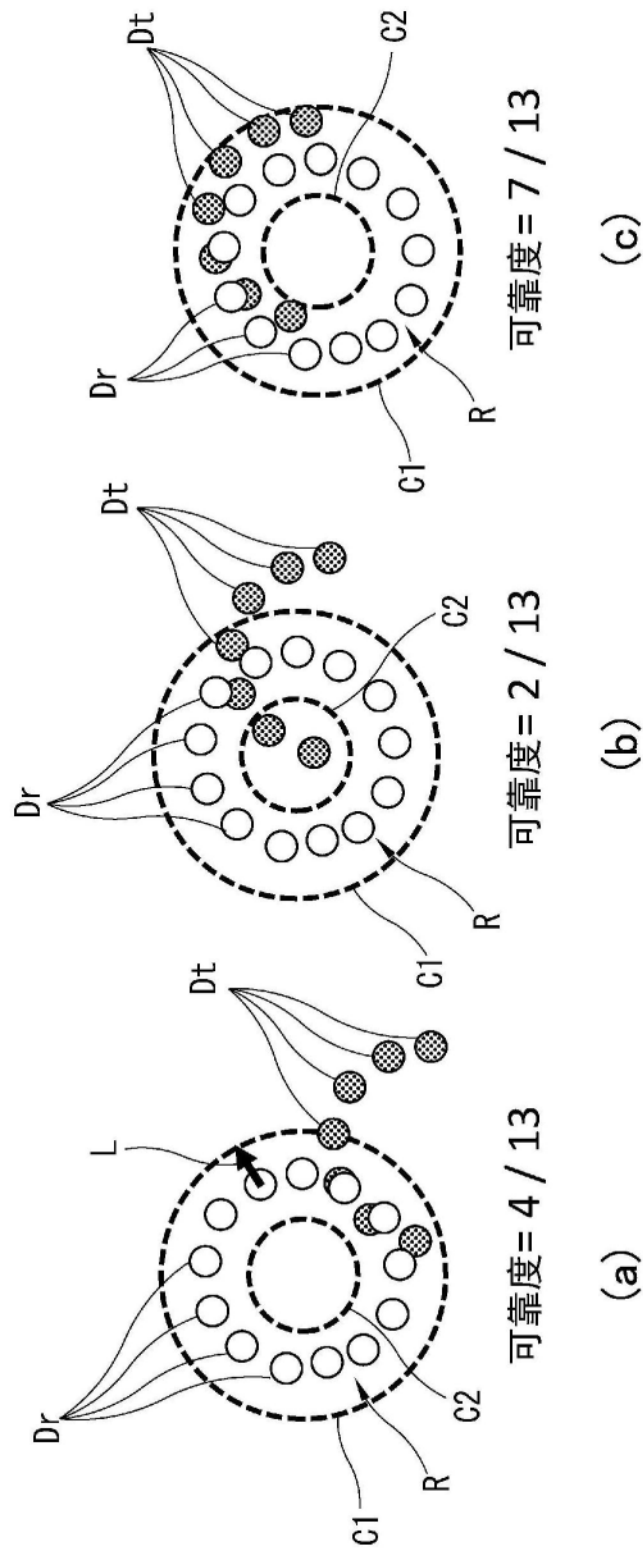


图5

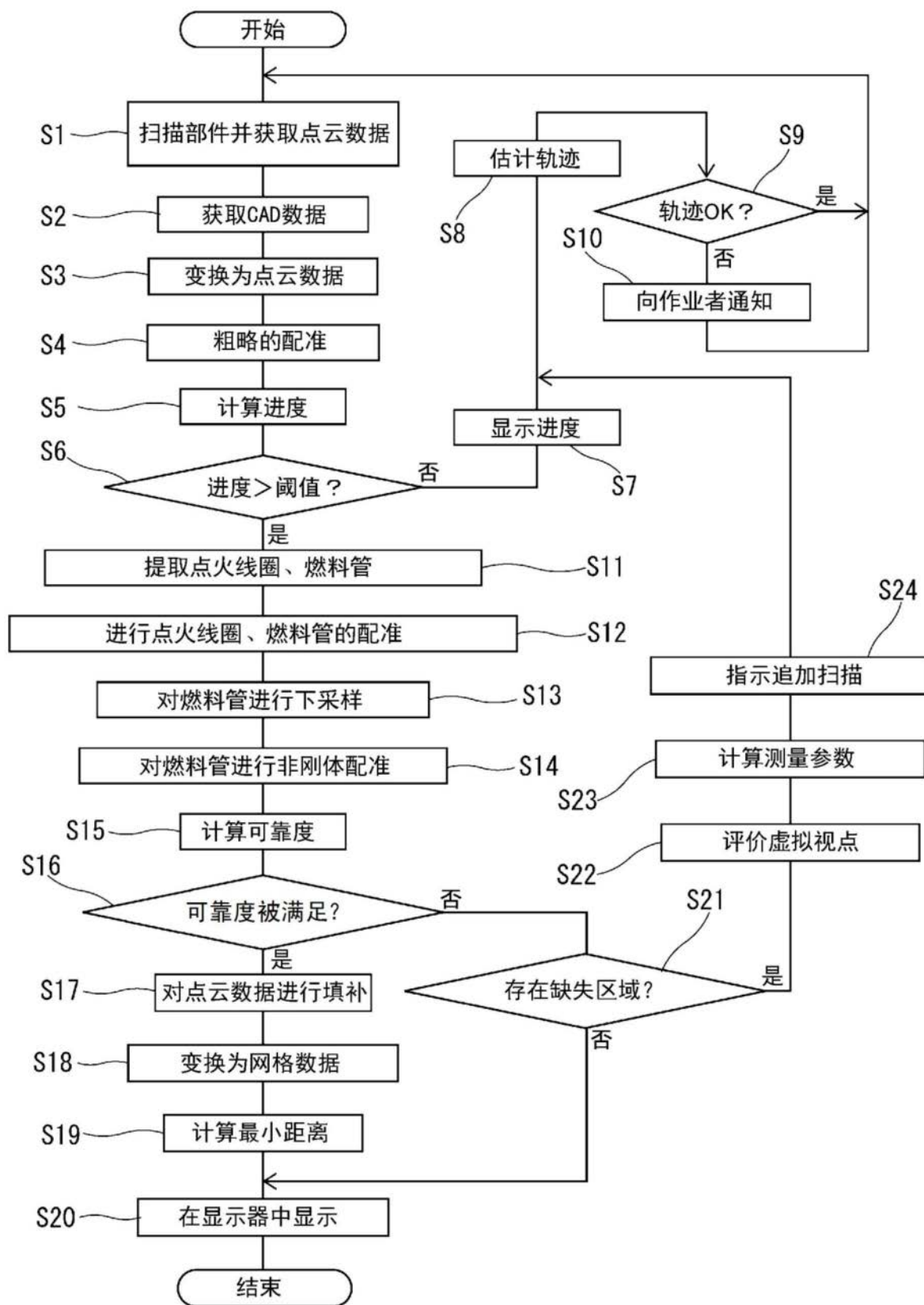


图6

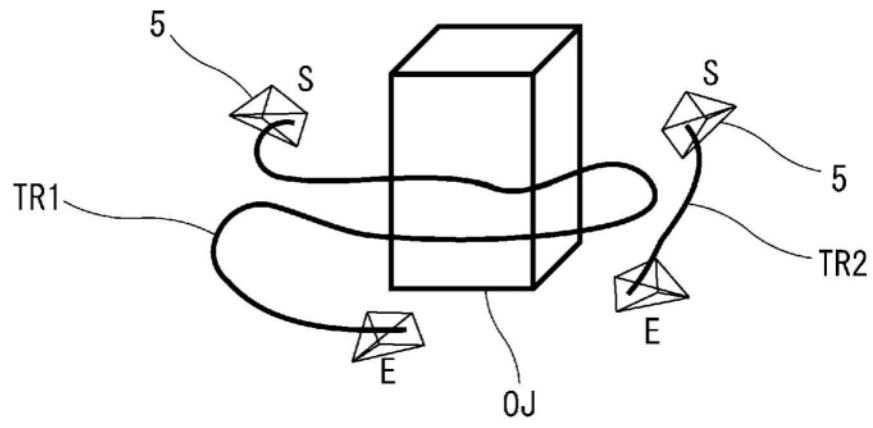


图7

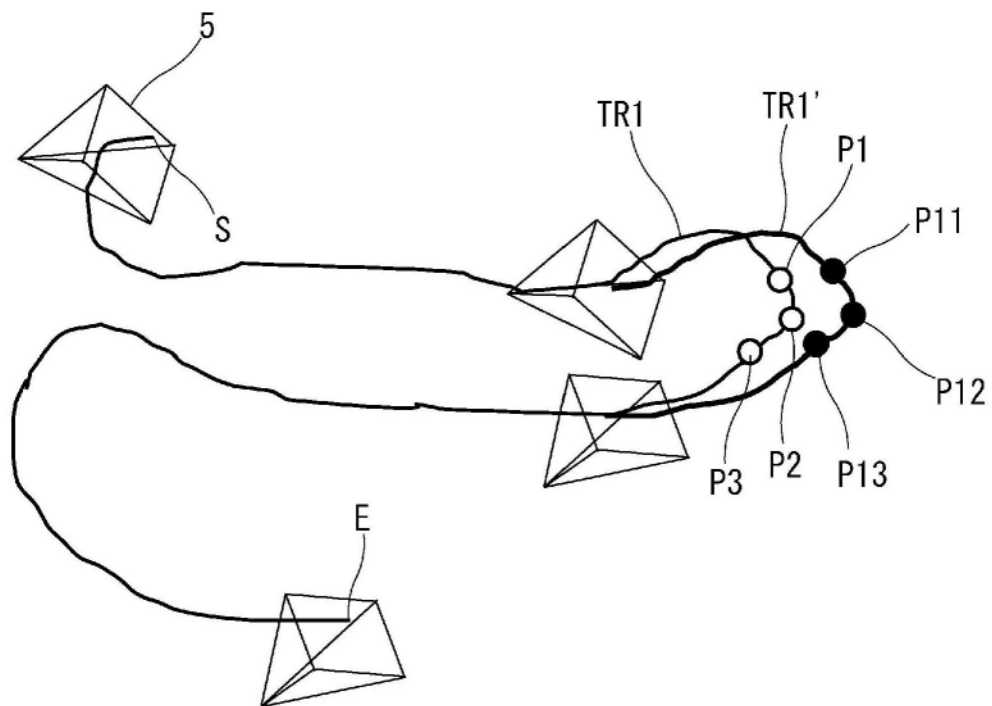


图8

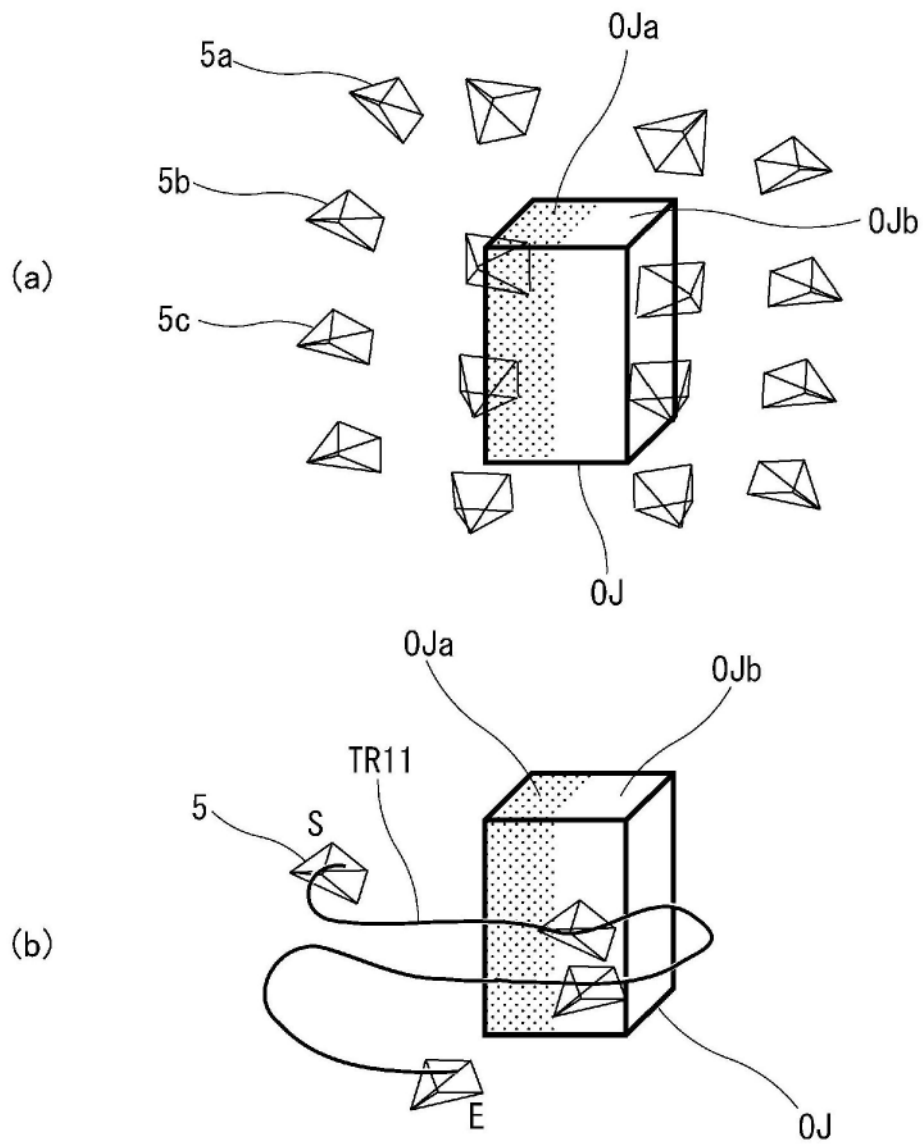


图9