



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107428518 B

(45)授权公告日 2019.09.03

(21)申请号 201680021848.X  
 (22)申请日 2016.04.08  
 (65)同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 107428518 A  
 (43)申请公布日 2017.12.01  
 (30)优先权数据  
 2015-084522 2015.04.16 JP  
 (85)PCT国际申请进入国家阶段日  
 2017.10.13  
 (86)PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2016/061599 2016.04.08  
 (87)PCT国际申请的公布数据  
 W02016/167200 JA 2016.10.20  
 (73)专利权人 株式会社丰田自动织机  
 地址 日本爱知县  
 (72)发明人 田中稔 藤井亮畅 小出光男  
 津坂祐司 一濑诚 早川诚  
 (74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
 11247  
 代理人 段承恩 张谟煜

(51)Int.Cl.  
*B66F 9/24*(2006.01)  
*G01B 11/00*(2006.01)  
*G01B 11/26*(2006.01)  
 (56)对比文件  
 US 2011218670 A1,2011.09.08,说明书第  
 [0032-0033,0042-0046,0059-0060,0067-0078]  
 段以及附图2-4和8-10.  
 JP H11278799 A,1999.10.12,说明书第  
 [0023,0043-0044]段及附图2,10.  
 US 2007269299 A1,2007.11.22,说明书第  
 [0033,0043,0064]段及附图2.  
 KR 20130099596 A,2013.09.06,说明书第  
 [0019-0037,0063-0096]段及附图1-9.  
 US 2014277691 A1,2014.09.18,说明书第  
 [0088-0089,0106-0113]段及附图6,10.  
 BE 1018160 A3,2010.06.01,说明书第7页  
 第21行至第11页第2行以及附图5.  
 CN 201237644 Y,2009.05.13,全文.  
 审查员 米翔

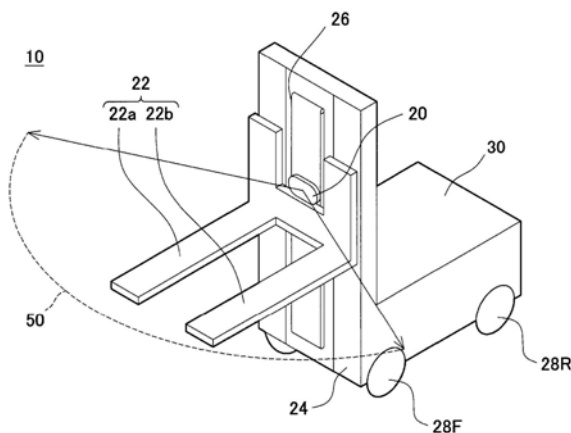
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

叉车

(57)摘要

叉车(10)具备:车体(30);叉(22),其安装于车体(30);控制部(42),其调整车体(30)的位置以及方向;激光传感器(20),其对距存在于在叉(22)的前方设定的空间内的物体的距离数据进行计测;控制指令部(38、40),其在由激光传感器(20)计测到的距离数据包含货物或托盘(100)的情况下,根据距离数据生成使车体(30)移动至货物或托盘(100)的取货位置的轨道数据,并使用该生成了的轨道数据向控制部予以指令。



1. 一种叉车,具备:

车体;

叉,其安装于所述车体;

控制部,其调整所述车体的位置以及方向;

激光传感器,其对距存在于在所述叉的前方设定的空间内的物体的距离数据进行计测;

控制指令部,其在由所述激光传感器计测到的距离数据包含成为取货对象的托盘的情况下,根据该距离数据生成使所述车体移动至该托盘的取货位置的轨道数据,并使用该生成了的轨道数据向所述控制部予以指令;以及

升降机构,其使所述叉相对于所述车体升降,

所述激光传感器是通过使激光在第1方向上进行扫描来对距扫描平面内的物体的距离进行计测的激光传感器,

所述激光传感器安装于所述叉,通过由所述升降机构使所述叉在与所述第1方向不同的方向上升降移动,从而所述激光传感器对距存在于在所述叉的前方设定的空间内的物体的三维距离数据进行计测,

所述控制指令部构成为:为了根据所述距离数据确定所述托盘的位置以及方向,并基于这些确定出的托盘的位置以及方向来生成所述轨道数据,

(a) 从由所述激光传感器计测的距离数据取得观测点群,

(b) 判断是否能够从所述观测点群抽取构成直线的点群,

(c) 判断构成所述直线的所述点群的长度是否与所述托盘的宽度实质相等,

(d) 判断所述直线是否由3根线段构成。

2. 根据权利要求1所述的叉车,

所述叉车还具备使所述叉相对于所述车体倾斜的倾斜机构,

所述激光传感器通过所述叉进行倾斜运动,从而对距存在于在所述叉的前方设定的空间内的物体的三维距离数据进行计测。

3. 根据权利要求1或2所述的叉车,

所述激光传感器配置于比所述叉的下表面靠上方的位置。

4. 根据权利要求3所述的叉车,

所述激光传感器相对于水平方向具有俯角地安装于所述叉,以使得从该激光传感器照射的激光向斜下方照射。

5. 根据权利要求1或2所述的叉车,

所述控制指令部在由所述激光传感器计测到的三维距离数据包含成为取货对象的货物或托盘的情况下,在根据该三维距离数据使所述车体移动至该货物或托盘的取货位置的期间,对所述叉的运动进行控制以使得从所述激光传感器照射的激光向该货物或托盘的前表面的高度的中央照射。

6. 根据权利要求3所述的叉车,

所述控制指令部在由所述激光传感器计测到的三维距离数据包含成为取货对象的货物或托盘的情况下,在根据该三维距离数据使所述车体移动至该货物或托盘的取货位置的期间,对所述叉的运动进行控制以使得从所述激光传感器照射的激光向该货物或托盘的前

表面的高度的中央照射。

7. 根据权利要求4所述的叉车，

所述控制指令部在由所述激光传感器计测到的三维距离数据包含成为取货对象的货物或托盘的情况下，在根据该三维距离数据使所述车体移动至该货物或托盘的取货位置的期间，对所述叉的运动进行控制以使得从所述激光传感器照射的激光向该货物或托盘的前表面的高度的中央照射。

## 叉车

### 技术领域

[0001] 本申请主张基于在2015年4月16日申请的日本国专利申请第2015-084522号的优先权。该申请的所有内容可通过参照而援用到本说明书中。本说明书所公开的技术涉及叉车。

### 背景技术

[0002] 在利用叉车进行取货作业时,需要避免叉与成为取货对象的货物或托盘(英文:pallet)发生干涉。在日本国专利公开公报第2005-89013号所公开的叉车中,通过反射型光传感器,对托盘的开口的上端以及下端进行检测。并且,算出叉的上表面与托盘的开口的上端的间隙、以及叉的下表面与托盘的开口的下端的间隙,对叉的位置进行调整以使得这些间隙成为适当的值。

### 发明内容

[0003] 发明要解决的问题

[0004] 为了对叉车进行准确的取货作业,必须使叉车准确地移动至成为取货对象的货物或托盘的取货位置。但是,在以往的技术中,有时无法准确地定位到成为取货对象的货物或托盘的取货位置。例如,在日本国专利公开公报第2005-89013号的技术中,虽然能够检测托盘的高度方向上的偏差,但无法检测横向上的偏差和/或与托盘的方向有关的偏差。因此,有时无法将叉车准确地定位到托盘的取货位置。

[0005] 本说明书公开一种能够进行准确的取货作业的叉车。

[0006] 用于解决问题的技术方案

[0007] 本说明书所公开的叉车具备:车体;叉,其安装于车体;控制部,其调整车体的位置以及方向;激光传感器,其对距存在于在叉的前方设定的空间内的物体的距离数据进行计测;以及控制指令部,其在由激光传感器计测到的距离数据包含成为取货对象的货物或托盘的情况下,根据该距离数据生成使车体移动至该货物或托盘的取货位置的轨道数据,并使用该生成了的轨道数据向控制部予以指令。

[0008] 上述的叉车具备激光传感器,该激光传感器对距存在于在叉的前方设定的空间内的物体的距离数据进行计测。因此,除了成为取货对象的货物或托盘的高度方向上的偏差以外,还能够检测至横向上的偏差和/或与货物或托盘的方向有关的偏差。并且,在由激光传感器计测到的距离数据包含成为取货对象的货物或托盘的情况下,根据该距离数据生成使车体移动至该货物或托盘的取货位置的轨道数据,并使用该生成了的轨道数据使车体移动。因此,能够将叉车准确地定位到货物或托盘的取货位置。

### 附图说明

[0009] 图1是示出实施例的叉车的概略构成的立体图。

[0010] 图2是示意性地示出利用实施例的叉车使激光进行扫描着的状态的图。

- [0011] 图3是示出实施例的叉车的控制构成的框图。
- [0012] 图4是示出在初始位置利用激光传感器取得托盘的高度数据的处理的步骤的流程图。
- [0013] 图5是示出利用激光传感器取得距托盘的距离数据的状态的图。
- [0014] 图6是用于说明算出构成从所取得的距离数据提取出的直线的点群的长度以及中心位置的方法的图。
- [0015] 图7是用于说明检测托盘的开口的方法的图。
- [0016] 图8是示出在叉车从初始位置移动至取货位置时,根据由激光传感器取得的距离数据确定托盘前表面的中心的位置以及方向的处理的步骤的流程图。
- [0017] 图9是示意性地示出为了使激光照射于托盘的前表面而对叉的高度进行控制的状态的图。
- [0018] 图10是示出使叉车移动至取货位置时的叉车的移动控制的处理步骤的流程图。
- [0019] 图11是示意性地示出进行使叉车移动至取货位置的处理时的叉车的移动状态的图。
- [0020] 图12是示意性地示出利用使叉倾斜的倾斜机构使激光进行扫描着的状态的图。
- [0021] 图13是用于说明用于检测托盘的高度的方法的图。

### 具体实施方式

[0022] 列出以下说明的实施例的主要的特征。此外,以下记载的技术要素是分别独立的技术要素,通过单独或各种的组合来发挥技术有用性,并不限于申请时权利要求记载的组合。

[0023] (特征1)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,控制指令部在由激光传感器计测到的距离数据包含托盘的情况下,根据该距离数据确定该托盘的位置以及方向,并基于该确定出的托盘的位置以及方向来生成轨道数据。根据这样的构成,能够基于生成了的轨道数据,使车体准确地移动至取货位置。

[0024] (特征2)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,激光传感器是通过使激光在第1方向上扫描来对距扫描平面内的物体的距离进行计测的激光传感器。另外,也可以是,激光传感器安装于叉,通过使叉在与第1方向不同的方向上移动,从而激光传感器对距存在于在叉的前方设定的空间内的物体的三维距离数据进行计测。根据这样的构成,即使是一维扫描型的激光传感器,也能够进行二维扫描,能够获得叉车周边的物体的三维距离数据。

[0025] (特征3)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,所述叉车还具备使叉相对于车体升降的升降机构,激光传感器通过叉进行升降运动,从而对距存在于在叉的前方设定的空间内的物体的三维距离数据进行计测。根据这样的构成,利用使叉在上下方向上升降的升降机构,能够使从激光传感器照射的激光在与第1方向交叉的上下方向上进行扫描。因此,能够使从激光传感器照射的激光二维地进行扫描,能够获得叉车周边的物体的三维距离数据。

[0026] (特征4)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,所述叉车还具备使叉相对于车体倾斜的倾斜机构,激光传感器通过叉进行倾斜运动,从而对距存在于在叉的前方设定的空间内的物体的三维距离数据进行计测。根据这样的构成,利用使叉倾斜运动的倾斜机构,能

够使从激光传感器照射的激光在上下方向上进行扫描。因此,能够使从激光传感器照射的激光二维(例如,水平方向以及上下方向这二维)地进行扫描,能够获得周边的物体的三维距离数据。

[0027] (特征5)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,激光传感器配置于比叉的下表面靠上方的位置。根据这样的构成,即使叉与地板、地面接触,也能够防止激光传感器破损。

[0028] (特征6)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,激光传感器相对于水平方向具有俯角地安装于叉,以使得从该激光传感器照射的激光向斜下方照射。根据这样的构成,即使在激光传感器安装于叉的上方的情况下,也能够识别放置于地板的托盘等。

[0029] (特征7)在本说明书所公开的叉车中,也可以是,控制指令部在由激光传感器计测到的三维距离数据包含成为取货对象的货物或托盘的情况下,在根据该三维距离数据使车体移动至该货物或托盘的取货位置的期间,对叉的运动进行控制以使得从激光传感器照射的激光向该货物或托盘的前表面的中央照射。根据这样的构成,能够在车体移动期间总是进行货物或托盘的观测,能够使叉车准确地移动至取货位置。

[0030] 实施例1

[0031] 参照附图说明本实施例的叉车10。如图1所示,叉车10是无人叉车,具备车体30、柱(英文:mast)24、叉22、起重链条(英文:lift chain)26、激光传感器20、以及控制装置70。

[0032] 车体30在其两侧面的各侧面各自具备前轮28F以及后轮28R。后轮28R的一方经由未图示的驱动机构连接于驱动轮马达90(在图3中图示),由驱动轮马达90旋转驱动。另外,连接于驱动轮马达90的后轮28R也连接于操舵装置94(在图3中图示),由操舵装置94来调整车轮的方向。后轮28R的另一方是脚轮,追随后车体30的行驶而进行旋转以及操舵。通过控制装置70对驱动轮马达90以及操舵装置94进行控制,从而车体30能够在路面行驶,并且能够改变车体30的行进方向。

[0033] 柱24是安装于车体30的前表面的支柱,其轴线在上下方向上延伸。叉22在上下方向上能够移动地安装于柱24。另外,叉22通过未图示的倾斜机构,能够相对于柱24摆动。叉22具有一对爪22a、22b。爪22a、22b配置于在车体30的左右方向上互相分离了的位置,从柱24侧朝向车体12的前方延伸。起重链条26设置于柱24,并与叉22卡合。在起重链条26由叉升降装置48(在图3中图示)驱动时,由此使叉22升降。叉22的上下方向上的位置能够根据叉升降装置48的驱动量来确定。

[0034] 激光传感器20安装于叉22,并与叉22成为一体地在上下方向上升降。供激光传感器20安装的位置在爪22a、22b之间配置于比叉22的后梁面(英文:back rest)靠里侧(车体12侧)的位置。激光传感器20配置于比爪22a、22b的下表面靠上方的位置。激光传感器20相对于水平方向具有俯角地安装于叉22,以使得照射的激光向斜下方照射。激光传感器20是使激光在1个方向(在本实施例中为水平方向)上扫描的一维扫描型的激光传感器。激光传感器20照射激光,并且对从该照射了的激光的反射光到周边物体的距离进行计测。在叉22升降时,激光传感器20也升降,所以从激光传感器20照射的激光的高度方向上的位置也变化。在本实施例中,如图2所示,激光传感器20一边在上下方向上升降,一边向叉车10的前方的预定的角度范围的区域50(参照图1)照射激光。由此,从激光传感器20照射的激光在水平方向以及高度方向(二维)上进行扫描,取得叉车10的前方的距离数据80。由激光传感器20取得的三维距离数据被向控制装置70(在图3中图示)输入。

[0035] 此外,作为激光传感器20,例如可以使用北阳电机制的UTM-30LX、SICK社制LMS100等。

[0036] 控制装置70由具备CPU等的微处理器构成。控制装置70搭载于车体30。控制装置70连接于上述的激光传感器20、驱动一方的后轮28R的驱动轮马达90、调整一方的后轮28R的操舵角的操舵装置94、以及进行叉22的升降的叉升降装置48等,对它们的动作进行控制。

[0037] 即,控制装置70通过对驱动轮马达90以及操舵装置94进行驱动,从而对叉车10的行进方向以及行驶速度进行控制。即,控制装置70通过向驱动轮马达90以及操舵装置94输出控制指令值,从而对一方的后轮28R进行驱动。由此,对叉车10的行进方向、行驶速度以及行驶路径等进行控制。控制装置70能够根据一方的后轮28R的、由操舵装置94实现的操舵角、和基于来自驱动轮马达90的信号的转速,确定叉车10的实际的位置以及速度。此外,关于由控制装置70进行的叉车10的行进方向以及行驶速度的控制,能够利用以往公知的方法来进行,所以在此省略其详细的说明。

[0038] 另外,控制装置70通过执行存储于存储器的程序,从而执行如下处理:利用激光传感器20识别托盘100,使叉车10移动至用于提取该识别了的托盘100的位置。具体而言,在成为取货对象的托盘100的初始观测时,控制装置70首先执行如下处理:一边检测激光传感器20的高度方向上的位置一边使激光传感器20下降,并且基于由激光传感器20取得的距离数据,确定托盘100的前表面的中央的高度。接着,控制装置70基于对确定出的托盘100的前表面的中央的高度附近进行观测得到的距离数据,确定托盘100的位置以及方向。接着,执行如下处理:基于确定出的托盘100的位置以及方向,生成车体应行驶的轨道数据。接着,执行基于生成了的轨道数据、和托盘100的位置以及方向来生成驱动·操舵数据的处理,最后执行基于生成了的驱动·操舵数据来驱动车体的处理。即,如图3所示,控制装置70作为托盘识别部36、轨道·速度计划部38、驱动·操舵指令部40、驱动轮·操舵控制部42、传感器移动控制部44以及传感器位置检测部46发挥功能。控制装置70作为上述的各部32~46发挥功能,由此确定托盘100的位置、方向以及宽度,基于确定出的托盘100的位置以及方向使车体30移动至取货位置。关于各部32~46的详细情况,与以下说明的由控制装置70进行的处理一起说明。

[0039] 接着,对利用控制装置70使叉车10移动至托盘100的取货位置的处理进行说明。首先,对取得成为取货对象的托盘100的距离数据80并根据该距离数据来识别托盘100的高度以及宽度的处理进行说明。距离数据的取得在叉车10停止于成为取货对象的托盘100的附近的状态下执行。即,如图4所示,控制装置70首先以使托盘100位于车体30的前方的方式,对一方的后轮28R进行驱动,使叉车10相对于托盘100接近。即,为了利用激光传感器20对托盘100进行观测,使叉车10向托盘前方的初始位置移动(S10)。例如,对于工厂内搬运货物的叉车10,预先设定载置货物(托盘100)的位置。因此,使叉车10停止的初始位置根据载置托盘100的位置来预先确定。因此,控制装置70对驱动轮马达90以及操舵装置94进行驱动来使叉车10自动地移动至预先设定了的初始位置。此外,也可以是,在叉车10由驾驶员驾驶的情况下,由驾驶员将叉车10移动至初始位置,然后,通过叉车10的驾驶员的开关操作来开始距离数据生成处理。

[0040] 接着,控制装置70对叉升降装置48进行驱动,使激光传感器20以激光向观测对象区域60(在图5中图示)的上限照射的方式进行移动(S12)。观测对象区域60是指有可能存在

托盘100的区域。例如,如图5所示,货物130载置在托盘100上,若在托盘100载置在基座120上的情况下,则有可能存在托盘100的区域(高度、宽度)根据基座120和托盘100的尺寸来决定。在步骤S12中,使激光传感器20移动至有可能存在托盘100的区域的上线,切实地对托盘100进行检测。

[0041] 接着,控制装置70一边对叉升降装置48进行驱动并使叉22下降,一边由激光传感器20取得扫描数据(S14)。即,激光传感器20一边使激光在水平方向上进行扫描一边进行照射,并且对该照射了的激光的反射光进行检测。另一方面,由于叉升降装置48使叉22下降,所以激光传感器20向下方向移动。因此,从激光传感器20照射的激光也在垂直方向上进行扫描。因此,通过步骤S14的处理,从而来自激光传感器20的激光在水平方向以及垂直方向上进行扫描,并检测其反射光,由此能够取得观测对象区域60的观测点群。此外,由使上述的步骤S12以及S14的叉升降的处理实现的控制装置70的功能与图3所示的传感器移动控制部44相当。

[0042] 接着,控制装置70对由激光传感器20取得的观测点群,依次进行步骤S16的处理。具体而言,控制装置70首先判断是否能够从观测点群提取直线。如图5所示,由从托盘100的前表面反射的反射光产生的观测点群位于同一平面上。因此,由从托盘100的前表面反射的反射光产生的观测点群构成直线。此外,对于直线的提取,例如可以使用RANSAC那样的称作抗差估计(英文:robust estimation)的公知的算法。

[0043] 接着,控制装置70判断构成提取出的直线的点群的长度是否大致等于托盘100的宽度。在此,托盘100的规格通常是已知的。因此,通过对构成直线的点群的长度和设定值(根据托盘100的规格所设定的值)进行比较,能够判断是否提取出托盘100的前表面的直线。构成直线的点群的长度 $W_p$ 例如如图6所示,能够通过使用具有点群的x方向上的最大值以及最小值 $p_{xmax}$ 、 $p_{xmin}$ 、和y方向上的最大值以及最小值 $p_{ymax}$ 、 $p_{ymin}$ 的观测点,从而利用下式求出。

[0044] [数学式1]

$$[0045] \quad W_p = \sqrt{(p_{xmax} - p_{xmin})^2 + (p_{ymax} - p_{ymin})^2} \quad \dots (1)$$

[0046] 控制装置70通过将利用式(1)求出的长度与托盘100的宽度(设定值)进行对照,从而判断是否等于托盘100的宽度。

[0047] 接着,控制装置70判断提取出的直线是否由3根线段构成。详细而言,用欧几里德距离对提取出的直线进行分组。即,如图5、图7所示,在托盘100的前表面形成有两个开口部110(供叉22的爪22a、22b插入的孔)。因此,从托盘100的前表面提取的直线由托盘100的前表面的开口部110截断。因此,在激光传感器20的计测高度存在于托盘开口部110的范围时,提取出的直线以3根线段进行分组(即,组数为3(在图7中示出为“是”的线段)。此外,对于分组,例如可以使用k-means法、和/或kd-tree法那样的公知的方法。

[0048] 在此,控制装置70对叉升降装置48进行控制来使叉22升降,所以能够知道叉22的上下方向上的位置。激光传感器20安装于叉22,所以控制装置70(图3所示的传感器位置检测部46)能够知道激光传感器20的高度方向上的位置。因此,在满足上述步骤S16的处理中的所有条件的情况下(在S16中为是),控制装置70将当前的激光传感器20的计测高度判断为托盘开口部110的开始高度( $h_A$ ),并对当前的计测高度进行记录(S18)。在步骤S16中,在

至少不满足任一条件的情况下(在S16中为否),控制装置70向步骤S14的处理返回。

[0049] 接着,控制装置70一边再次对叉升降装置48进行驱动来使叉22下降,一边由激光传感器20取得扫描数据(S20)。接着,控制装置70对由激光传感器20取得的观测点群,依次进行步骤S22的处理。由于步骤S22的处理与步骤S16的处理同样,所以省略详细的说明。在步骤S22的处理中,在至少不满足任一条件的情况下(在S22中为否),控制装置70将当前的激光传感器20的计测高度判断为托盘100的开口部110的结束高度( $h_B$ ),并对当前的计测高度进行记录(S24)。在步骤S22的处理中满足所有条件的情况下(在S22中为是),激光所扫描的位置设为托盘100的开口部110的位置,控制装置70向步骤S20的处理返回。此外,上述的步骤S16以及S22的处理中的、识别激光传感器20的高度的控制装置70的功能与图3所示的传感器位置检测部46相当。

[0050] 接着,控制装置70根据通过进行上述的步骤S16以及S22的处理而得到的 $h_A$ 以及 $h_B$ ,利用下式(2)以及(3),求出托盘100的中心的高度 $h_p$ 以及托盘开口部110的上下方向上的宽度 $H_p$ (托盘高度数据62)(S26)。此外,由上述的步骤S10~S24的处理实现的控制装置70的功能与图3所示的托盘识别部36相当。

[0051] [数学式2]

$$[0052] \quad h_p = \frac{h_A + h_B}{2} \quad \dots (2)$$

$$[0053] \quad H_p = h_A - h_B \quad \dots (3)$$

[0054] 接着,在使叉车10从初始位置移动至取货位置时,对由控制装置70执行的处理进行说明。在使叉车10从初始位置移动至取货位置时,控制装置70执行图8所示的检测托盘100的前表面的中心位置的处理、和图10所示的叉车10的行驶控制处理。即,控制装置70利用激光传感器20检测托盘100的前表面的中心位置,并且通过使用该检测结果来控制驱动轮马达90以及操舵装置94,从而使叉车10移动至取货位置。首先,对由控制装置70进行的检测托盘100的前表面的中心位置的处理进行说明。如图8所示,首先,控制装置70在车体30从初始位置移动至取货位置的期间,基于由激光传感器20观测的托盘高度数据62,利用叉升降装置48对叉22的高度进行调整,以使得激光传感器20的激光总是向托盘100的前表面的高度的中央照射(S30,图9所示的状态)。

[0055] [数学式3]

$$[0056] \quad H_s = H_p + L \sin \phi \quad \dots (4)$$

[0057] 如图9所示,激光传感器20与托盘100的距离 $L$ 以及托盘高度 $H_p$ 能够根据传感器位置检测部46以及托盘高度数据62算出。另外,设置于激光传感器20的俯角 $\phi$ 是已知的。因此,根据激光传感器20与托盘100的距离 $L$ 、托盘高度 $H_p$ 以及俯角 $\phi$ 求出传感器高度 $H_s$ ,以满足上式(4)的方式控制叉22的高度。由此,即使在产生了车辆的摇晃和/或观测误差的情况下,也能够以激光不会偏离托盘100的方式进行准确的追随控制。

[0058] 接着,控制装置70在传感器高度 $H_s$ 中,从由激光传感器20取得的存在于观测对象区域60内的观测点群,提取与托盘前表面相当的直线(S32)。对于直线的提取,例如可以使用RANSAC那样的公知的算法。

[0059] 接着,控制装置70对提取出的直线进行步骤S34的处理。具体而言,控制装置70首

先判断构成在步骤S32中提取出的直线的点群的长度是否大致等于托盘100的宽度(S34)。构成直线的点群的长度例如可以通过使用具有点群的x方向上的最大值以及最小值、y方向上的最大值以及最小值的观测点,利用上述的式(1)求出。控制装置70通过使由式(1)求出的长度与托盘100的宽度(设定值)对照,从而判断是否等于托盘100的宽度。

[0060] 接着,控制装置70判断提取出的直线是否由3根线段构成(S34)。具体而言,由于与上述的步骤S16中的处理同样,所以在此省略其详细的说明。

[0061] 在上述的步骤S34的处理中,在至少不满足任一条件的情况下(在S34中为否),控制装置70返回到步骤S30并反复进行处理。

[0062] 在上述的步骤S34的处理中满足所有条件的情况下(在S34中为是),控制装置70使用由激光传感器20取得的观测点群的x方向上的最大值以及最小值、y方向上的最大值以及最小值来检测托盘100前表面的x方向以及y方向上的中心位置 $P_c$ ( $C_{px}$ 、 $C_{py}$ )(S36,参照图6)。托盘100的前表面的x方向以及y方向上的中心位置 $P_c$ 的检测例如可以利用下式(5)以及(6)求出。

[0063] [数学式4]

$$[0064] \quad C_{px} = \frac{(p_{xmax} + p_{xmin})}{2} \quad \dots (5)$$

$$[0065] \quad C_{py} = \frac{(p_{ymax} + p_{ymin})}{2} \quad \dots (6)$$

[0066] 接着,控制装置70决定托盘100的方向(S38)。托盘100的方向的决定例如可以通过利用托盘识别部36以及传感器位置检测部46,将提取出的直线的方向设为托盘100的侧面的法线向量并将与该直线正交的方向设为托盘100前表面的法线向量,从而求出托盘的方向。由此,能够确定托盘100的位置以及方向,可得到将托盘100的位置以及方向确定了托盘位置·方向数据84。此外,由上述的步骤S30~S38的处理实现的控制装置70的功能与图3所示的托盘识别部36相当。

[0067] 接着,使用图10对由控制装置70进行的叉车10的行驶控制处理进行说明。如图10所示,控制装置70基于通过执行图4所示的处理而取得的托盘位置·方向数据84,制作用于向托盘100的取货位置(最终目标位置以及最终目标方向)移动车体30的轨道计划,并基于制作了轨道计划,算出从当前位置(初始位置)移动至取货位置的期间的各时刻下的目标位置以及目标方位(S50)。具体而言,首先,控制装置70根据托盘位置·方向数据84决定托盘100的取货位置(叉车10的最终目标位置以及最终目标方位)、和从当前的位置移动至取货位置时所需的时间,据此制作轨道计划以及速度计划。接着,控制装置70基于制作了轨道计划和速度计划,算出从当前时刻移动至取货位置的期间的各时刻下的目标位置以及目标方位(轨道数据86)。对于轨道计划和速度计划,例如可以使用直线插补、和/或基于样条曲线的插补那样的以往公知的方法。此外,由上述的处理实现的控制装置70的功能与图3所示的轨道·速度计划部38相当。

[0068] 接着,控制装置70基于决定了轨道数据86(各时刻下的目标位置以及目标方位)、和根据由图8所示的处理取得的托盘位置·方向数据84而确定的叉车10的当前的位置,生成用于使车体30移动至取货位置(最终目标位置以及最终目标方向)的控制指令值。

即,在本实施例中,在叉车10从初始位置移动至取货位置的期间,也执行由激光传感器20实现的托盘100的观测(图8的处理)。因此,能够根据由激光传感器20取得的托盘位置·方向数据84,算出当前的叉车的位置(相对于托盘100的相对位置)以及方位。因此,首先,控制装置70如式(7)所示那样,根据基于轨道数据86的当前时刻下的车体30的目标位置·方位 $x_{ref}$ 、 $y_{ref}$ 、 $\theta_{ref}$ 、和根据托盘位置·方向数据84算出的车体30的当前位置·方位 $x_{veh}$ 、 $y_{veh}$ 、 $\theta_{veh}$ 来算出偏差 $x_e$ 、 $y_e$ 、 $\theta_e$ ,并将该算出了的偏差 $x_e$ 、 $y_e$ 、 $\theta_e$ 变换为车辆坐标系(S52)。

[0069] [数学式5]

$$[0070] \begin{pmatrix} x_e \\ y_e \\ z_e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta_{veh} & \sin\theta_{veh} & 0 \\ -\sin\theta_{veh} & \cos\theta_{veh} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{ref} - x_{veh} \\ y_{ref} - y_{veh} \\ \theta_{ref} - \theta_{veh} \end{pmatrix} \cdot \cdot \cdot (7)$$

[0071] 接着,控制装置70将反馈增益 $K_x$ 、 $K_y$ 、 $K_\theta$ 乘以利用上述的式(7)得到的偏差,从而算出车体30应输出的实际的目标平移速度以及目标角速度 $v_{out}$ 、 $\omega_{out}$ (驱动·操舵数据88)(S54)。此外,车体30的目标平移速度以及目标角速度 $v_{out}$ 、 $\omega_{out}$ (即,车辆坐标系下的平移速度以及角速度)可以使用下述所示的式(8)以及(9)算出。并且,如图11所示,通过基于驱动·操舵数据88使叉车10移动,从而叉车10被以相对于托盘100成为适当的位置以及方向的方式进行调整。此外,由上述的处理实现的控制装置70的功能与图3所示的驱动·操舵指令部40相当。

[0072] [数学式6]

$$[0073] v_{out} = v_{ref} \cos\theta_e + K_x x_e \cdot \cdot \cdot (8)$$

$$[0074] \omega_{out} = \omega_{ref} + K_y y_e + K_\theta \sin\theta_e \cdot \cdot \cdot (9)$$

[0075] 接着,控制装置70以得到的平移速度以及角速度 $v_{out}$ 、 $\omega_{out}$ 为基础,对驱动轮的速度以及操舵角进行控制(S56)。即,控制装置70基于控制指令值( $v_{out}$ 、 $\omega_{out}$ ),利用几何学计算来求出实现该操作的驱动轮速度指令值和操舵角度指令值,并将它们分别向驱动轮马达90和操舵装置94输出。此外,由上述的处理实现的控制装置70的功能与图3所示的驱动轮·操舵控制部42相当。

[0076] 接着,控制装置70判断是否叉车10已移动至取货位置(最终目标位置以及最终目标方向)(S58)。在判断为叉车10未移动至取货位置的情况下(在S58中为否),控制装置70反复步骤S52~S58。由此,叉车10移动至取货位置。另一方面,在判断为叉车10已移动至取货位置的情况下(在S58中为是),结束图10所示的处理。

[0077] 在上述的实施例的叉车10中,激光传感器20安装于叉22。因此,在叉22升降时,与此相应地激光传感器20也升降。因此,仅通过一边使叉22升降一边激光传感器20使激光在水平方向上进行扫描,就能够对托盘100的前表面的形状进行计测。另外,由于根据托盘100的前表面的观测点群确定托盘100的位置、方向以及宽度,所以能够检测托盘100的横向的位置偏差、和/或与旋转有关的偏差。

[0078] 另外,在上述的实施例的叉车10中,基于由激光传感器20得到的托盘100的计测数据,生成使车体30移动至托盘100的取货位置的轨道数据,并使用该生成了的轨道数据来使车体30移动。因此,能够将叉车10准确地定位到托盘100的取货位置。

[0079] 最后,说明上述的实施例与权利要求的对应关系。驱动轮·操舵控制部42是“控制部”的一例,运算部34、托盘识别部36、轨道·速度计划部38以及驱动·操舵指令部40是权

利要求中所说的“诱导计划部”的一例,传感器移动控制部44是“升降机构”的一例。

[0080] 以上,详细地说明了本实施例,但这些只不过是例示,并不限定权利要求书。在权利要求书记载的技术中,包含将以上例示了的具体例进行各种变形、变更而得到的技术方案。

[0081] 例如,在本实施例中,通过使叉在上下方向上升降来使激光在上下方向上进行扫描,但本说明书所公开的技术并不限于这样的构成。例如,如图12所示,也可以是,利用使叉的顶端相对于基端倾斜运动的倾斜机构,使从激光传感器20照射的激光在上下方向上进行扫描。

[0082] 另外,在本实施例中,从由激光传感器20得到的观测点群提取在水平方向上延伸的直线,将该线段的长度和线段的数量(组数)作为托盘100的开口部110的特征进行捕捉,以此为基础对托盘100的高度进行了检测,但本说明书所公开的技术也可以通过捕捉从激光传感器20照射的激光的射束长的变化来对托盘100的高度进行检测。例如,在使从激光传感器20照射的激光从观测对象区域60的上限扫描至下限时,如图13所示,从激光传感器20照射的激光的射束长因开口部110而较大地变化。因此,托盘100的高度(开口部110的高度方向上的位置)能够根据激光的射束长的变化来进行检测。具体而言,可以将射束长显著变长了的部位设为托盘开口部110的上端,将射束长显著变短了的部位设为托盘开口部110的下端。更详细而言,在从观测对象区域60的上限朝向下方进行激光扫描时,首先,激光捕捉托盘100的上端。若进一步继续激光扫描,则在照射的激光的高度到达了开口部110时,照射的激光在开口部110内通过,显出激光的射束长成为极长的位置。因此,能够将该高度识别为开口部110的上端。之后,进一步继续激光扫描,在照射的激光的高度到达开口部110的下端时,激光照射在托盘100的前表面,激光的射束长成为极短。因此,能够将该高度识别为开口部110的下端。此外,在托盘的规格(开口部110的大小)是已知的情况下,只要能够检测开口部110的上端或下端的位置,则就能够求出托盘开口部110的中央部的高度。在该情况下,由于无需使激光扫描至观测对象区域60的下限,所以能够减少准备时间。此外,也可以是,托盘100的高度的检测从观测对象区域60的下限朝向上方进行激光扫描。

[0083] 本说明书或附图中说明了的技术要素通过单独或各种的组合来发挥技术有用性,并不限定于申请时权利要求记载的组合。另外,本说明书或附图所例示了的技术同时达成多个目的,达成其中的一个目的本身就具有技术有用性。

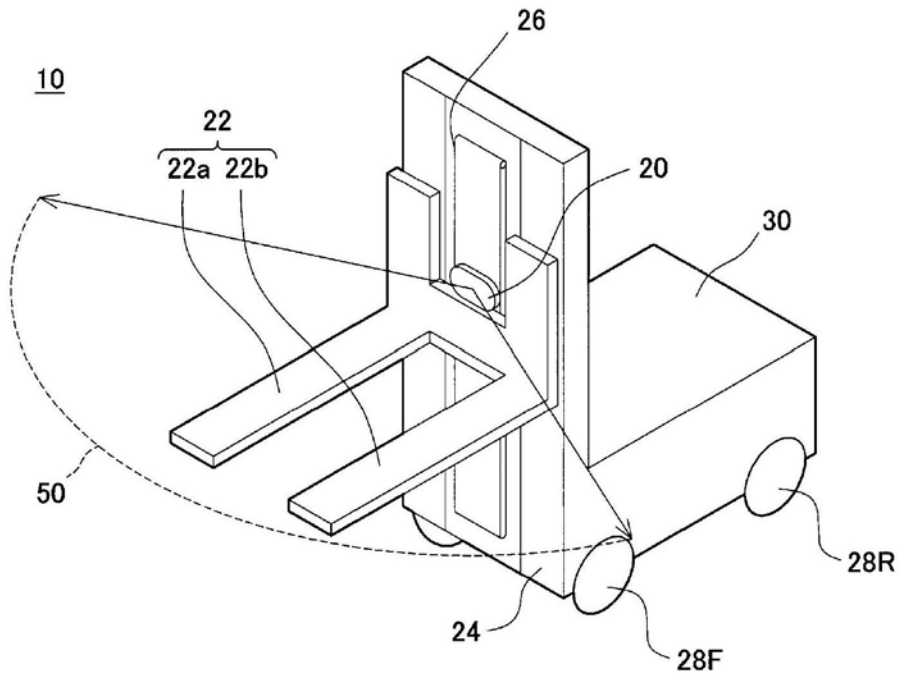


图1

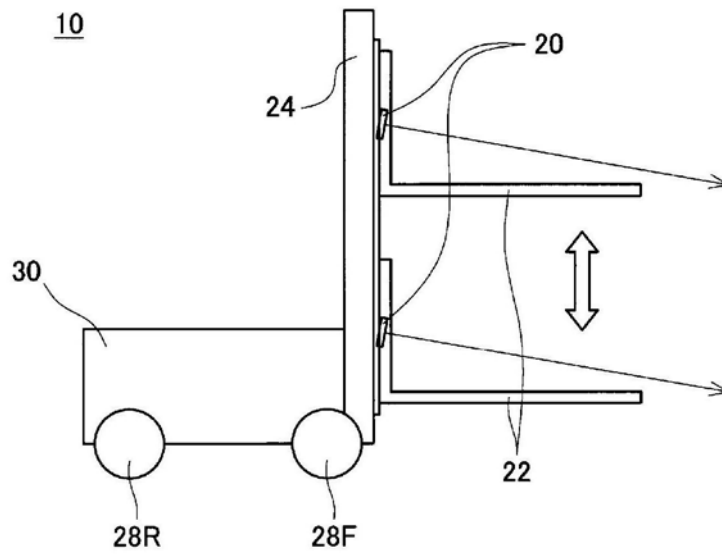


图2

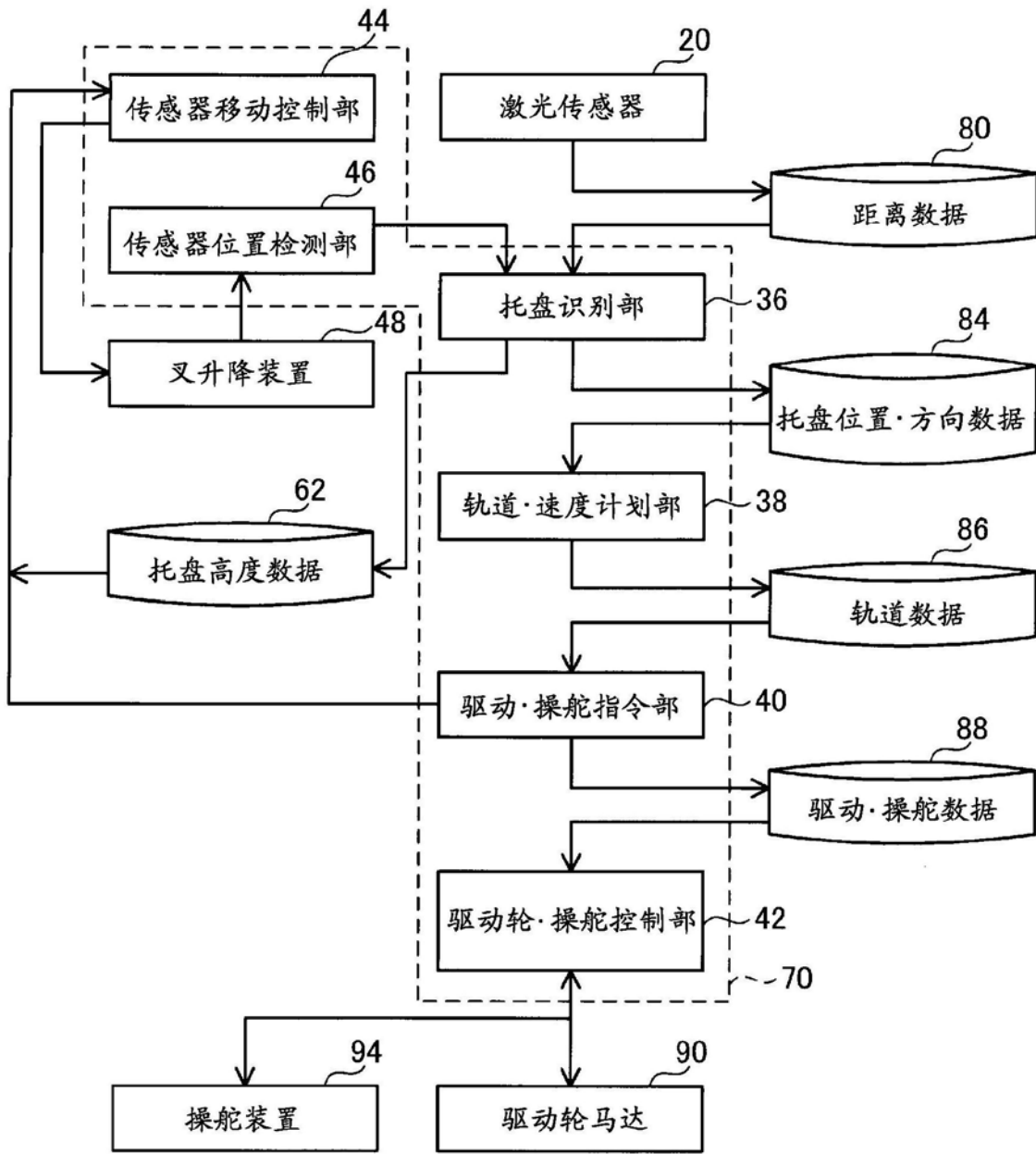


图3

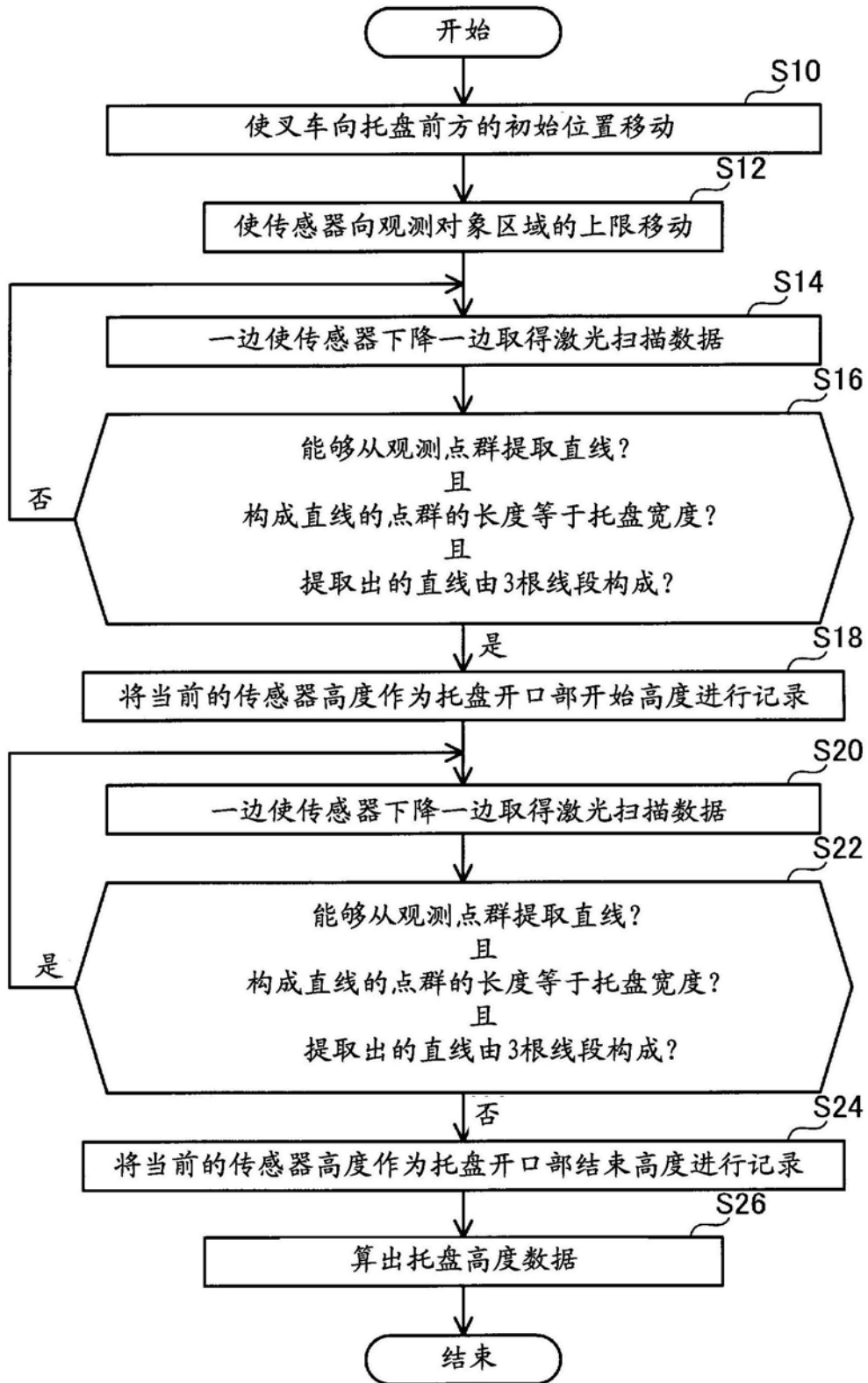


图4

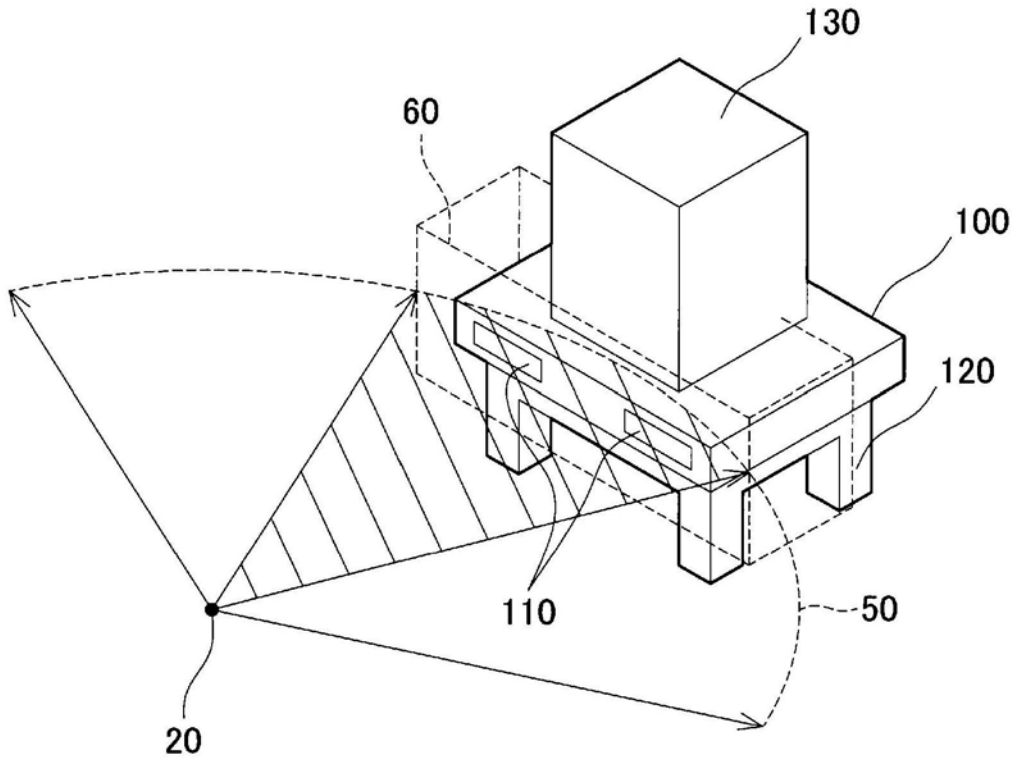


图5

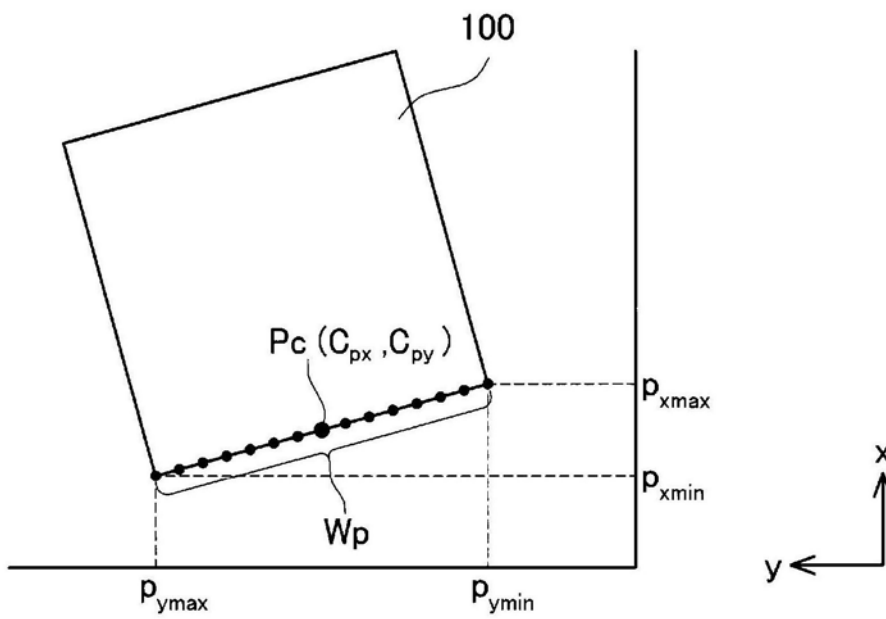


图6

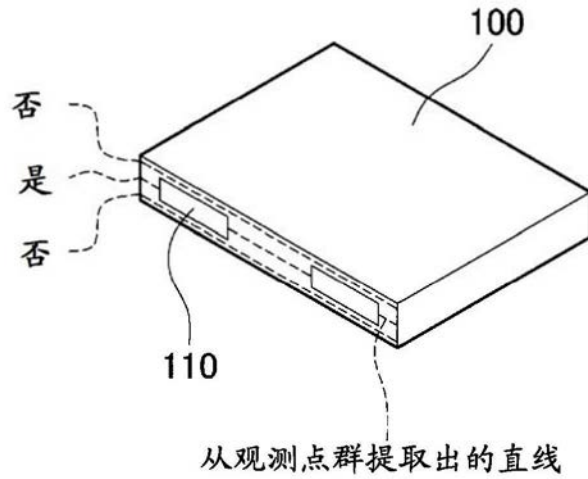


图7

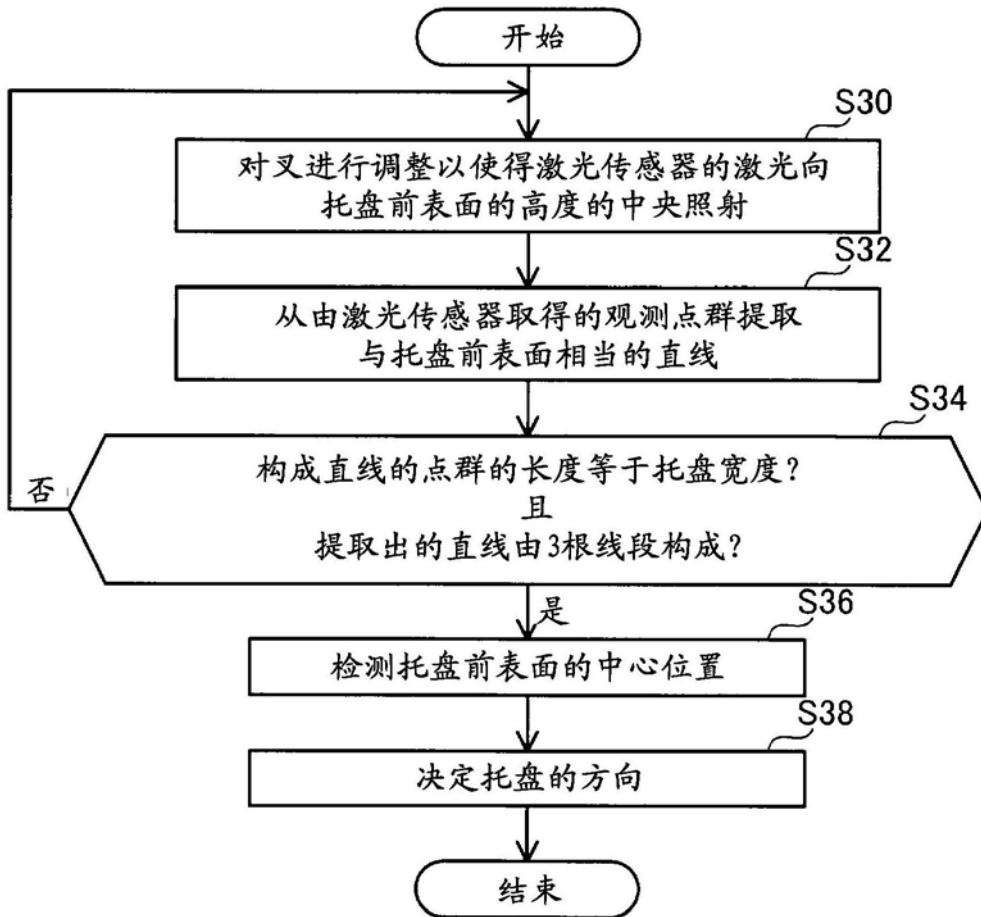


图8

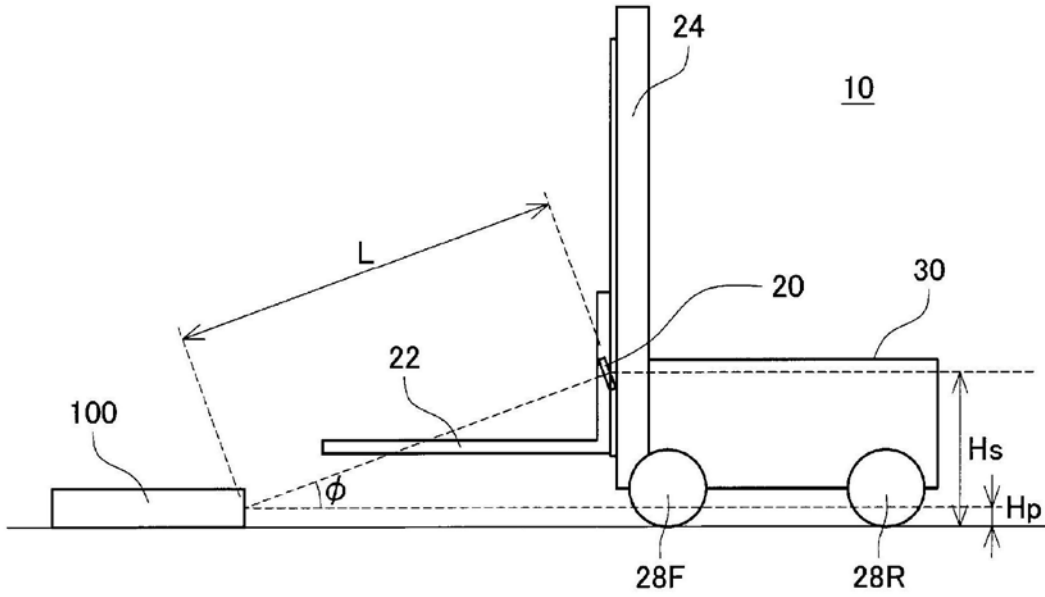


图9

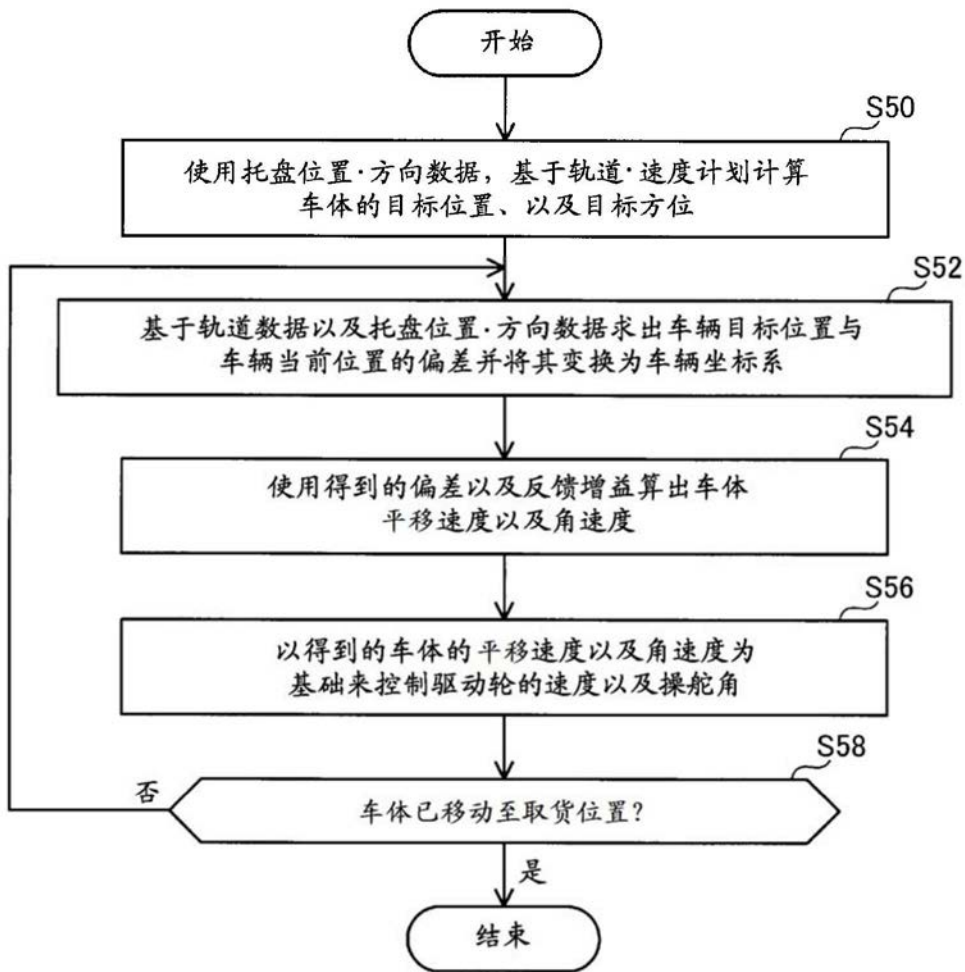


图10

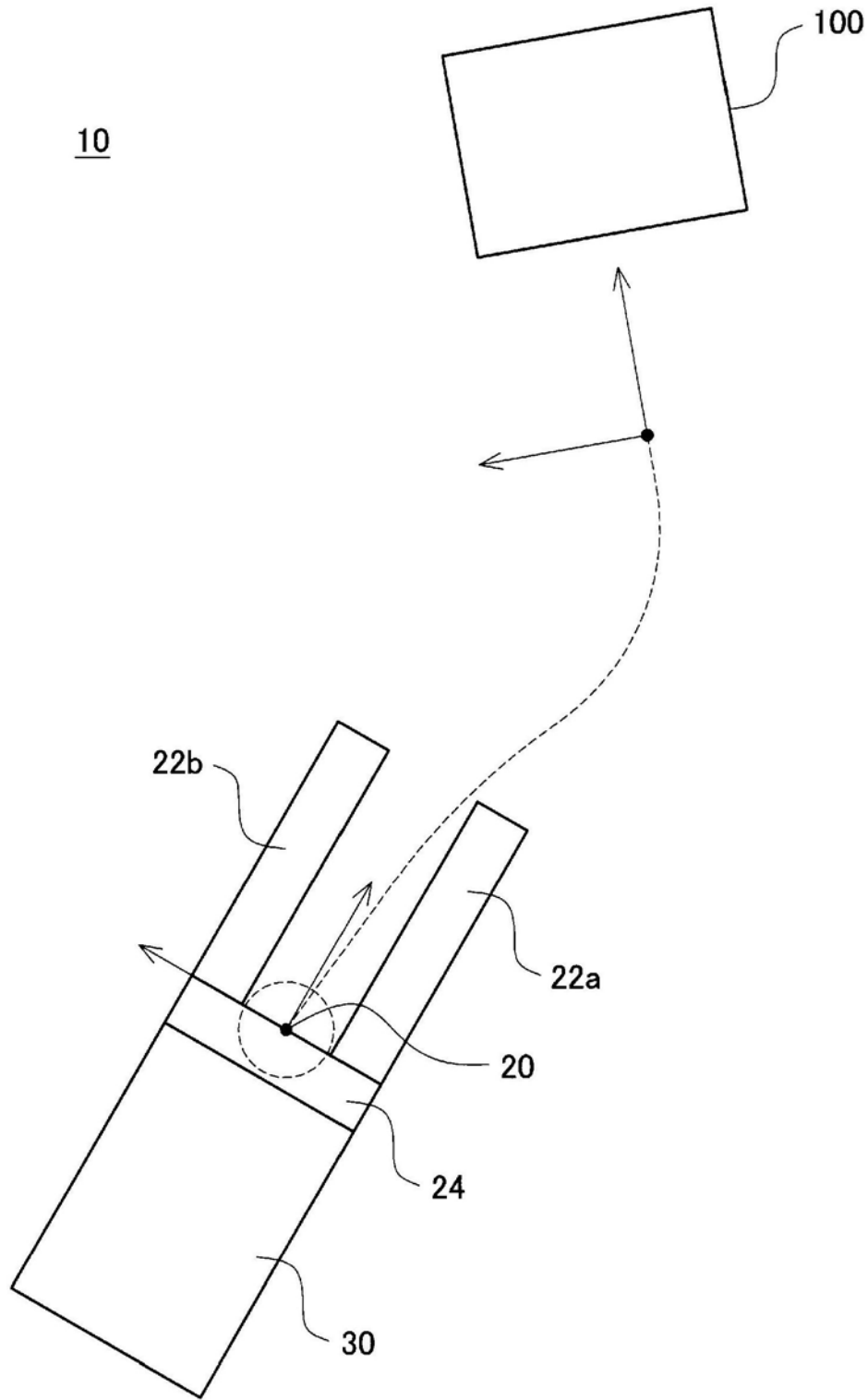


图11

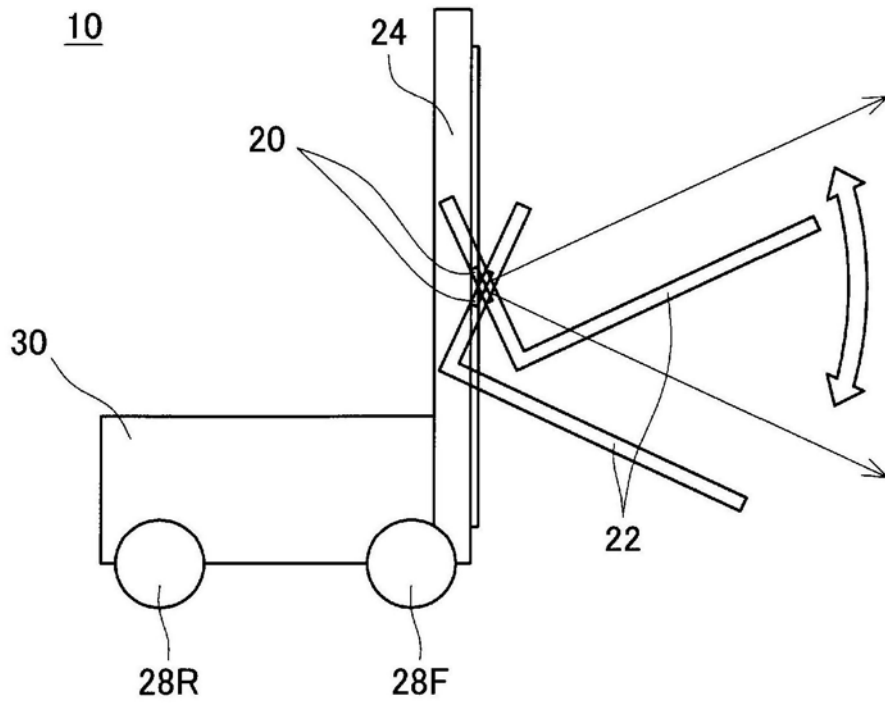


图12

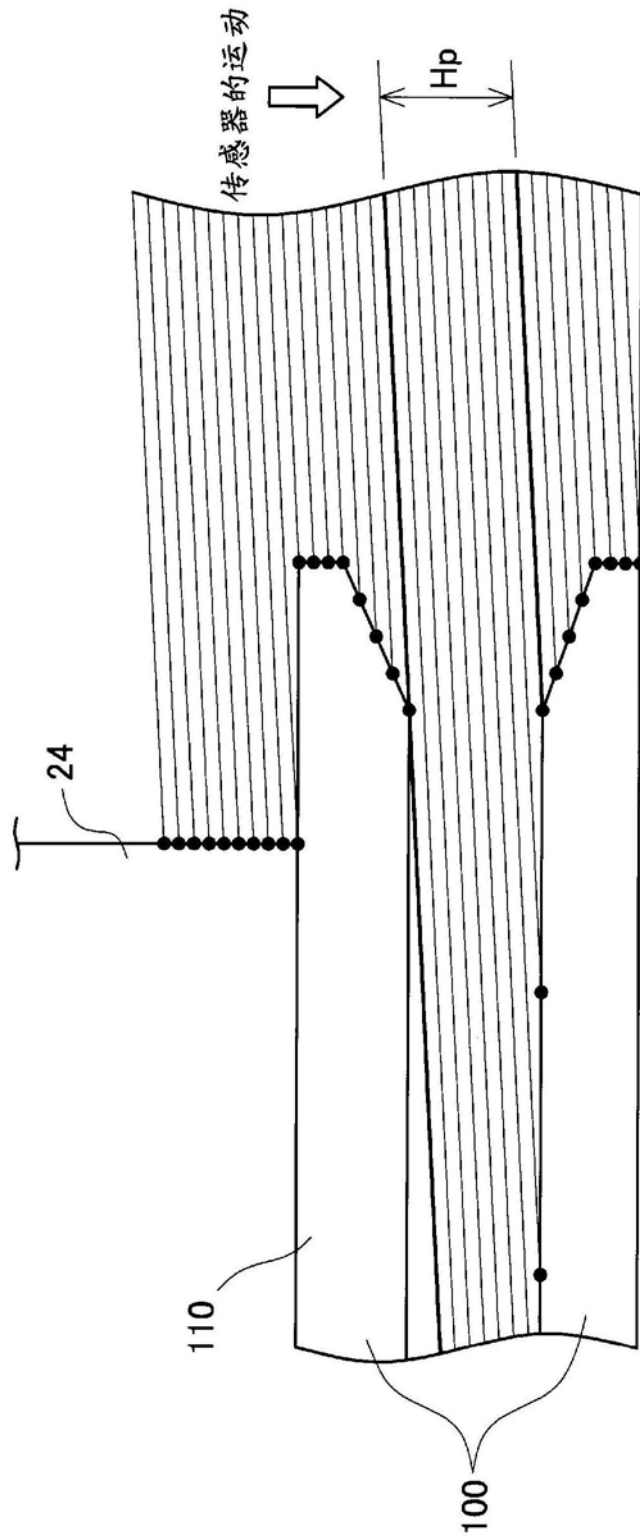


图13