



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110645918 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 201910548605.7

CN 103302666 A, 2013.09.18

(22) 申请日 2019.06.24

CN 107991687 A, 2018.05.04

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101539406 A, 2009.09.23

申请公布号 CN 110645918 A

CN 101469969 A, 2009.07.01

(43) 申请公布日 2020.01.03

CN 103994728 A, 2014.08.20

(30) 优先权数据

US 7453580 B2, 2008.11.18

2018-120988 2018.06.26 JP

EP 0800078 A3, 1999.02.03

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

JP 2014096515 A, 2014.05.22

地址 日本东京

EP 0422249 A1, 1991.04.17

(72) 发明人 清水武士 日野真希子

JP 2004163346 A, 2004.06.10

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
代理人 潘树志

张启福,等.《三维激光扫描仪测量方法与前景展望》.《北京测绘》.2011,

Jie Zhu,等.《An infrared visual sensing detection approach for swing arc narrowgap weld deviation》.《Journal of Materials Processing Technology》.2016,

徐科,等.《基于激光光源的钢轨表面缺陷三维检测方法》.《机械工程学报》.2010,

(51) Int.Cl.

G01B 11/25 (2006.01)

B25J 19/02 (2006.01)

审查员 崔涌波

(56) 对比文件

CN 103620341 A, 2014.03.05

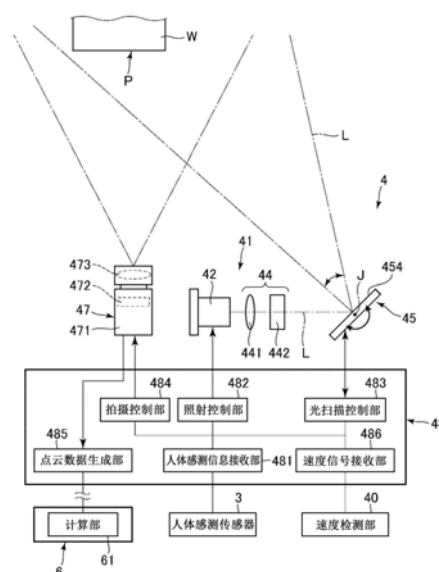
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

三维测量装置、控制装置及机器人系统

(57) 摘要

本发明提供三维测量装置、控制装置及机器人系统,所述三维测量装置使用激光进行对象物的三维测量,所述三维测量装置包括:激光照射部,配置于机器人的可动部,并向包括所述对象物的区域照射所述激光;照射控制部,控制所述激光照射部的驱动;拍摄部,拍摄被所述激光照射了的所述对象物而获取图像数据;以及点云数据生成部,基于所述图像数据,生成包括所述对象物的区域的三维点云数据,所述激光照射部包括激光光源和漫射部,所述漫射部使从所述激光光源发射的所述激光漫射。



1. 一种三维测量装置,其特征在于,使用激光进行对象物的三维测量,所述三维测量装置包括:

激光照射部,配置于机器人的可动部,并向包括所述对象物的区域照射所述激光;

照射控制部,控制所述激光照射部的驱动;

拍摄部,拍摄被所述激光照射了的所述对象物而获取图像数据;以及

点云数据生成部,基于所述图像数据,生成包括所述对象物的区域的三维点云数据,

所述激光照射部包括激光光源和漫射部,所述漫射部使从所述激光光源发射的所述激光漫射,

所述三维测量装置具有检测所述可动部的移动速度的速度检测部,

在通过来自所述速度检测部的信号检测到所述可动部的移动速度为第一速度以下之后,所述照射控制部开始所述激光的发射。

2. 根据权利要求1所述的三维测量装置,其特征在于,

所述漫射部包括通过摆动来扫描所述激光的反射镜。

3. 根据权利要求2所述的三维测量装置,其特征在于,

在所述反射镜开始摆动之后,所述照射控制部开始所述激光的发射。

4. 根据权利要求2所述的三维测量装置,其特征在于,

在所述反射镜停止摆动之前,所述照射控制部停止所述激光的发射。

5. 根据权利要求1所述的三维测量装置,其特征在于,

在通过来自所述速度检测部的信号检测到所述可动部为停止状态之后,所述照射控制部开始所述激光的发射。

6. 根据权利要求2所述的三维测量装置,其特征在于,

在通过来自所述速度检测部的信号检测到所述可动部的移动速度为比所述第一速度快的第二速度以下之后,所述照射控制部开始所述反射镜的摆动。

7. 根据权利要求1所述的三维测量装置,其特征在于,

所述漫射部包括用于使所述激光漫射的透镜。

8. 根据权利要求1所述的三维测量装置,其特征在于,

所述漫射部包括用于使所述激光漫射的衍射光学元件。

9. 一种控制装置,其特征在于,用于控制激光照射部,所述激光照射部配置于机器人臂并向包括对象物的区域照射由漫射部漫射的激光,所述控制装置包括:

照射控制部,控制所述激光照射部的驱动;和

速度信号接收部,接收表示所述机器人臂的移动速度的信号,

在所述速度信号接收部接收到表示所述移动速度为第一速度以下的信号之后,所述照射控制部开始所述激光的发射。

10. 根据权利要求9所述的控制装置,其特征在于,

所述漫射部包括通过摆动来扫描所述激光的反射镜,

所述照射控制部在所述反射镜摆动的状态下发射所述激光。

11. 根据权利要求10所述的控制装置,其特征在于,

在所述速度信号接收部接收到表示所述移动速度为比所述第一速度快的第二速度以下的信号之后,开始所述反射镜的摆动。

12. 一种机器人系统,其特征在于,
机器人,包括机器人臂;
激光照射部,配置于所述机器人臂,并向包括对象物的区域照射被漫射部漫射的激光;
机器人控制装置,控制所述机器人臂的驱动;
照射控制部,控制所述激光照射部的驱动;以及
速度信号接收部,接收表示所述机器人臂的移动速度的信号,
在所述速度信号接收部接收到表示所述移动速度为第一速度以下的信号之后,所述照射控制部开始所述激光的发射。

13. 根据权利要求12所述的机器人系统,其特征在于,
所述漫射部包括通过摆动来扫描所述激光的反射镜,
所述照射控制部在所述反射镜摆动的状态下发射所述激光。

14. 根据权利要求13所述的机器人系统,其特征在于,
在所述速度信号接收部接收到表示所述移动速度为比所述第一速度快的第二速度以下的信号之后,开始所述反射镜的摆动。

三维测量装置、控制装置及机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及三维测量装置、控制装置及机器人系统。

背景技术

[0002] 在专利文献1中,记载了搭载有三维形状测量装置的多关节机器人。另外,搭载在
多关节机器人上的三维形状测量装置包括通过向对象物扫描测量用激光而在对象物上投
影图案的测量用激光照射器,和获取被投影了图案的对象物的图像的受光器,并且构成为
基于受光器获取到的图像,进行对象物的三维测量。

[0003] 专利文献1:日本特开2004-333369号公报

发明内容

[0004] 在这种结构中,由于在多关节机器人的臂设有三维形状测量装置,因此测量用激
光的发射方向根据臂的朝向而变化。进而,在将测量用激光朝向一点持续照射而非扫描或
漫射的情况下,每单位面积的能量变大,因此当人存在于测量用激光的光路上时,有可能对
该人造成影响。

[0005] 本发明的三维测量装置,其特征在于,使用激光进行对象物的三维测量,所述三维
测量装置包括:激光照射部,配置于机器人的可动部,并向包括所述对象物的区域照射所述
激光;照射控制部,控制所述激光照射部的驱动;拍摄部,拍摄被所述激光照射了的所述对
象物而获取图像数据;以及点云数据生成部,基于所述图像数据,生成包括所述对象物的区
域的三维点云数据,所述激光照射部包括激光光源和漫射部,所述漫射部使从所述激光光
源发射的所述激光漫射。

[0006] 本发明的控制装置,其特征在于,用于控制激光照射部,所述激光照射部配置于机
器人臂并向包括对象物的区域照射由漫射部漫射的激光,所述控制装置包括:照射控制部,
控制所述激光照射部的驱动;和速度信号接收部,接收表示所述机器人臂的移动速度的信
号,在所述速度信号接收部接收到表示所述移动速度为第一速度以下的信号之后,所述照
射控制部开始所述激光的发射。

[0007] 本发明的机器人系统,其特征在于,机器人,包括机器人臂;激光照射部,配置于所
述机器人臂,并向包括对象物的区域照射被漫射部漫射的激光;机器人控制装置,控制所述
机器人臂的驱动;照射控制部,控制所述激光照射部的驱动;以及速度信号接收部,接收表
示所述机器人臂的移动速度的信号,在所述速度信号接收部接收到表示所述移动速度为第
一速度以下的信号之后,所述照射控制部开始所述激光的发射。

附图说明

[0008] 图1是示出本发明的第一实施方式涉及的机器人系统的整体结构的图。

[0009] 图2是示出机器人的立体图。

[0010] 图3是示出三维测量装置的整体结构的图。

- [0011] 图4是示出图3所示的三维测量装置所具有的光扫描部的平面图。
- [0012] 图5是示出机器人臂的移动速度的曲线图。
- [0013] 图6是示出由激光发射部投影的投影图案的平面图。
- [0014] 图7是示出本发明的第二实施方式涉及的机器人系统所具有的激光照射部的整体结构的图。
- [0015] 图8是示出图7所示的激光照射部所具有的衍射光学元件的平面图。
- [0016] 附图标记说明
- [0017] 1…机器人系统;2…机器人;21…基座;22…机器人臂;221~226…第一臂~第六臂;24…末端执行器;251~256…第一驱动装置~第六驱动装置;3…人体感测传感器;31…相机;4…三维测量装置;40…速度检测部;41…激光照射部;42…激光光源;43…衍射光学元件;431~438…衍射光栅;44…光学系统;441…准直透镜;442…棒状透镜;445…投射透镜;45…光扫描部;451…可动部;452…支承部;453…梁部;454…反射镜;455…永久磁铁;456…线圈;457…压电阻部;47…拍摄部;471…相机;472…拍摄元件;473…聚光透镜;48…控制装置;481…人体感测信息接收部;482…照射控制部;483…光扫描控制部;484…拍摄控制部;485…点云数据生成部;486…速度信号接收部;49…致动器;5…机器人控制装置;6…主计算机;61…计算部;A…中心轴;C…控制器;E…编码器;J…转动轴;L…激光;01~06…第一轴~第六轴;P…投影图案;P1…位置;P2…把持位置;Q1…加速区域;Q2…减速区域;S…检测区域;V1…第一速度;V2…第二速度;V_m…最大速度;W…对象物。

具体实施方式

[0018] 以下,基于附图所示的实施方式,详细说明本发明的三维测量装置、控制装置及机器人系统。

[0019] 第一实施方式

[0020] 图1是示出本发明的第一实施方式涉及的机器人系统的整体结构的图。图2是示出机器人的立体图。图3是示出三维测量装置的整体结构的图。图4是示出图3所示的三维测量装置所具有的光扫描部的平面图。图5是示出机器人臂的移动速度的曲线图。图6是示出由激光发射部投影的投影图案的平面图。

[0021] 图1所示的机器人系统1是与人共存的、即以人在周围作业为前提的人共存型机器人系统。因此,机器人系统1构成为对检测范围内的人的存在进行检测,并与其相应地做出响应。

[0022] 机器人系统1具有机器人2、对在机器人2的周围设定的检测区域S(检测范围)内的人进行感测的人体感测传感器3、使用激光L对对象物W进行三维测量的三维测量装置4、基于三维测量装置4的测量结果控制机器人2的驱动的机器人控制装置5、以及可与机器人控制装置5通信的主计算机6。当人体感测传感器3在检测区域S内感测到人时,机器人系统1例如,通过减慢机器人2的移动速度或降低激光L的输出,确保检测区域S内的人的安全。以下,详细说明这种机器人系统1。

[0023] 机器人

[0024] 机器人2例如是对精密设备及其构成部件进行供给材料、移除材料、搬运及组装等作业的机器人。但是,机器人2的用途没有特别限制。

[0025] 机器人2是六轴机器人,如图2所示,具有固定于地板或天花板的基座21和相对于基座21可动的机器人臂22(可动部)。另外,机器人臂22具有围绕第一轴01转动自如地连结到基座21的第一臂221、围绕第二轴02转动自如地连结到第一臂221的第二臂222、围绕第三轴03转动自如地连结到第二臂222的第三臂223、围绕第四轴04转动自如地连结到第三臂223的第四臂224、围绕第五轴05转动自如地连结到第四臂224的第五臂225、以及围绕第六轴06转动自如地连结到第五臂225的第六臂226。另外,在第六臂226上设置手连接部,并且在手连接部上安装与机器人2执行的作业相应的末端执行器24。

[0026] 另外,机器人2还具有使第一臂221相对于基座21转动的第一驱动装置251、使第二臂222相对于第一臂221转动的第二驱动装置252、使第三臂223相对于第二臂222转动的第三驱动装置253、使第四臂224相对于第三臂223转动的第四驱动装置254、使第五臂225相对于第四臂224转动的第五驱动装置255、以及使第六臂226相对于第五臂225转动的第六驱动装置256。

[0027] 另外,第一驱动装置251~第六驱动装置256分别具有例如作为驱动源的电机M、控制电机M的驱动的控制装置C、以及检测对应臂的旋转量的编码器E。而且,这些第一驱动装置251~第六驱动装置256分别由机器人控制装置5独立地控制。

[0028] 如上所述的机器人2的各部和机器人控制装置5可通过有线或无线进行通信,并且该通信也可经由诸如因特网之类的网络来进行。机器人控制装置5与主计算机6之间的通信以及后述的控制装置48与主计算机6之间的通信也是一样的。

[0029] 需要注意的是,机器人2不限于本实施方式的结构,例如,臂的数量既可以是1~5个,也可以是7个以上。另外,例如,机器人2的类型也可以是标量机器人或双臂机器人。

[0030] 人体感测传感器

[0031] 人体感测传感器3对在机器人2的周围设定的检测区域S内的人进行感测,并将感测结果发送到三维测量装置4和机器人控制装置5。此外,以下,将检测区域内没有人时从人体感测传感器3输出的信息称为“无人感测信号”,将检测区域S内有人时从人体感测传感器3输出的信息称为“人感测信号”。

[0032] 只要能够实现这样的目的,人体感测传感器3的结构就没有特别限制。如图1所示,本实施方式的人体感测传感器3构成为,具有设置于机器人2的上方且可拍摄检测区域S的整个区域的相机31,并且基于由相机31拍摄而得到的图像数据来感测检测区域S内的人。

[0033] 但是,相机31的配置不限于天花板,例如也可设置于墙壁、设置于可动式或固定式支架、或者设置于地板。另外,也可配置两个或更多个相机31。另外,相机31例如也可设置于机器人2。另外,在这种情况下,后述的相机471也可兼用作相机31。除此以外,作为人体感测传感器3,也可使用重量传感器、激光传感器、红外线传感器、静电电容型传感器等。

[0034] 需要注意的是,人体感测传感器3检测的对象不限于人,例如,也可以是人以外的动物、机器人2以外的机器人、AGV(无人搬运车)等移动体、其他可移动的各种电位设备等、能进入检测区域S内的任何物体。当这些对象存在于检测区域S内时,既可以构成为与人同样地判断,也可以构成为与人区别开地判断。

[0035] 机器人控制装置

[0036] 机器人控制装置5从主计算机6接收机器人2的位置指令,并分别独立地控制第一驱动装置251~第六驱动装置256的驱动,以使各臂221~226位于与接收到的位置指令相应

的位置。

[0037] 另外,作为机器人2的驱动模式,机器人控制装置5具有:第一驱动模式(高速驱动模式),控制各第一驱动装置251~第六驱动装置256的驱动,使得机器人臂22的最大移动速度为第一速度以下;和第二驱动模式(低速驱动模式),控制各第一驱动装置251~第六驱动装置256的驱动,使得机器人臂22的最大移动速度为比第一速度慢的第二速度以下。

[0038] 当检测区域S内没有人、即人体感测传感器3输出无人感测信号时,机器人控制装置5以第一驱动模式驱动机器人2。由此,这提高了机器人2的工作效率。另一方面,当检测区域S内有人、即人体感测传感器3输出人感测信号时,机器人控制装置5以第二驱动模式驱动机器人2。由此,能确保检测区域S内的人的安全。

[0039] 这种机器人控制装置5例如由计算机构成,具有处理信息的处理器(CPU)、与处理器可通信地连接的存储器以及外部接口。在存储器中保存有可由处理器执行的各种程序,处理器能读取并执行存储器中存储的各种程序等。

[0040] 三维测量装置

[0041] 三维测量装置4通过相位移法检测对象物W的姿态、位置等。如图3所示,三维测量装置4具有:激光照射部41,向包括对象物W的区域照射激光L;拍摄部47,拍摄被激光L照射了的对象物W而获取图像数据;速度检测部40,检测机器人臂22的移动速度;以及控制装置48,控制激光照射部41和拍摄部47的驱动,并且根据拍摄部47获取到的图像数据生成对象物W的三维点云数据。

[0042] 在这些各构成要素中,激光照射部41和拍摄部47分别固定于机器人2的第五臂225。另外,激光照射部41配置成朝向第五臂225的远端侧(末端执行器24侧)照射激光L,拍摄部47配置成朝向第五臂225的远端侧(末端执行器24侧)拍摄包括激光L的照射范围的区域。

[0043] 即使第五臂225以外的臂221~224、226活动,也保持末端执行器24位于第五臂225的远端侧的关系。因此,通过将激光照射部41和拍摄部47固定于第五臂225,三维测量装置4能总是向末端执行器24的远端侧发射激光L,并且能拍摄末端执行器24的远端侧。因此,无论通过末端执行器24欲把持对象物W时的姿态、即末端执行器24与对象物W对置的姿态是何种姿态,都能在该姿态下朝向对象物W照射激光L,并且能拍摄对象物W。因此,能更可靠地进行对象物W的三维测量。但是,激光照射部41和拍摄部47的配置没有特别限制,例如,也可固定于第一臂221~第四臂224、第六臂226。

[0044] 激光照射部41具有通过朝向对象物W照射激光L而将规定的投影图案P投影到对象物W的功能。这种激光照射部41具有发射激光L的激光光源42、包括激光L通过的多个透镜的光学系统44、以及将通过光学系统44的激光L朝向对象物W进行扫描的光扫描部45。

[0045] 激光光源42没有特别限制,例如可使用垂直共振腔面发光激光器(VCSEL)、外部共振器型垂直面发光激光器(VECSEL)等半导体激光器。激光L的波长没有特别限制,既可以是可见区域(400~700nm),也可以是不可见区域(400nm以下、1400nm~1mm),还可以是近红外线区域(700~1400nm)。但是,激光L的波长优选为可见区域(400~700nm)。在可见区域中,即使激光L进入与机器人2共存的人的眼睛,该人也能立即感到晃眼而表现出眨眼的防御反应。因此,通过将激光L的波长设为可见区域,从而机器人系统1是更安全的。

[0046] 光学系统44是漫射光学系统,并构成漫射部。该光学系统44具有:准直透镜441,使

从激光光源42发射的激光L平行化;和棒状透镜442(在一维方向上漫射的透镜),使通过准直透镜441平行化后的激光L成为在与后述转动轴J平行的方向(图3的纸面进深方向)上延伸的线状。

[0047] 光扫描部45具有扫描通过棒状透镜442成为线状的激光L的功能。由此,能二维地(面状)照射激光L。光扫描部45没有特别限制,例如可使用MEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微电子机械系统)、电流镜、多边形镜等。该光扫描部45还作为将线状的激光L漫射成面状的漫射部发挥功能。

[0048] 本实施方式的光扫描部45由MEMS构成。如图4所示,光扫描部45具有可动部451、支承可动部451的支承部452、连接可动部451和支承部452并使可动部451围绕转动轴J相对于支承部452可转动的梁部453、配置于可动部451的表面(图4的纸面跟前侧的面)并反射激光L的反射镜454、设置于可动部451的背面(图4的纸面里侧的面)的永久磁铁455、以及与永久磁铁455对置配置的线圈456。此外,可动部451、支承部452以及梁部453例如由硅基板一体形成。

[0049] 这种光扫描部45配置成使得转动轴J与线状的激光L的延伸方向基本一致。而且,当对线圈456施加驱动信号(交变电压)时,可动部451围绕转动轴J转动,由此扫描线状的激光L。

[0050] 另外,光扫描部45还具有设置于支承部452的压电电阻部457。在压电电阻部457中,根据随着可动部451围绕转动轴J转动而在支承部452中产生的应力,电阻值发生变化。因此,在光扫描部45中,基于压电电阻部457的电阻值变化,能检测可动部451的转动角。此外,压电电阻部457能通过硅基板中掺杂(扩散或注入)磷、硼等杂质来形成。

[0051] 以上,对激光照射部41进行了说明。如上所述,在这种激光照射部41中,通过光学系统44(漫射部)和光扫描部45(漫射部)二维地漫射激光L。由此,能进行后述的对象物W的三维测量。另外,因为漫射并照射激光L,所以随着远离激光照射部41,换言之,激光L的光路长度变长,激光L的强度即、可被照射激光L的各区域中的每单位时间的能量减小。通过采用这种结构,能更有效地抑制由于高强度的激光L进入人的眼睛而导致的不良影响。因此,对于与机器人2共存的人来说,机器人系统1是更安全的。

[0052] 另外,作为激光照射部41的结构,只要能将规定的投影图案P投影到对象物W上,则没有特别限制。例如,在本实施方式中,通过光学系统44将激光L漫射成线状,但不限于此,例如也可使用MEMS或电流镜将激光L漫射成线状。也就是说,可使用漫射方向彼此不同的两个光扫描部(与光扫描部45相同的光扫描部)对激光L进行二维扫描。另外,例如,也可使用具有双轴自由度的万向节型MEMS对激光L进行二维扫描。这些也构成本发明的漫射部。

[0053] 拍摄部47对投影图案P被投影到至少一个对象物W的状态进行拍摄。即,拍摄部47拍摄包括投影图案P的至少一个对象物W。如图3所示,拍摄部47例如由相机471构成,该相机471包括CMOS图像传感器、CCD图像传感器等的拍摄元件472和聚光透镜473。

[0054] 速度检测部40根据来自各第一驱动装置251~第六驱动装置256所具有的编码器E的输出,检测机器人臂22的移动速度。于此,“机器人臂22的移动速度”可以是机器人臂22在任意位置处的移动速度,但优选为在配置有三维测量装置4的位置处的移动速度。在本实施方式中,在第五臂225上配置有三维测量装置4,因此为了便于说明,以下将机器人臂22的移动速度描述为与第五臂225的移动速度具有相同的意义。

[0055] 此外,速度检测部40的结构没有特别限制,例如可基于从主计算机6发送到机器人控制装置5的位置指令来检测机器人臂22的移动速度。另外,例如,速度检测部40具有配置于第五臂226的惯性传感器,并且可基于对该惯性传感器施加的惯性来检测机器人臂22的移动速度。惯性传感器没有特别限制,例如,可使用复合传感器,复合传感器具有可检测沿相互正交的三轴即X轴、Y轴及Z轴的各轴的加速度的三轴加速度传感器,和可检测围绕X轴、Y轴及Z轴的各轴的角速度的三轴角速度传感器。

[0056] 如图3所示,控制装置48具有接收来自人体感测传感器3的信息的人体感测信息接收部481、控制激光光源42的驱动的照射控制部482、控制光扫描部45的驱动的光扫描控制部483、控制拍摄部47的驱动的拍摄控制部484、基于拍摄部47获取到的图像数据生成包括对象物W的区域的三维点云数据的点云数据生成部485、以及接收速度检测部40的信号的速度信号接收部486。

[0057] 这种控制装置48例如由计算机构成,具有处理信息的处理器(CPU)、可通信地连接到处理器的存储器、以及外部接口。在存储器中保存(存储)有可由处理器执行的各种程序,处理器能读取并执行存储器中存储的各种程序等。

[0058] 光扫描控制部483通过对线圈456施加驱动信号,控制光扫描部45的驱动。另外,光扫描控制部483基于压电电阻部457的电阻值变化,检测可动部451的转动角。此外,光扫描控制部483以非共振方式驱动可动部451。也就是说,光扫描控制部483对线圈456施加驱动信号,该驱动信号具有与包括可动部451和梁部453的振动系统的共振频率足够远离的频率。由此,与以共振方式驱动可动部451的情况相比,能自由地控制可动部451的波形、振幅、频率等。但是,光扫描控制部483也可以以共振方式驱动可动部451。

[0059] 另外,在速度信号接收部486通过来自速度检测部40的信号,检测到机器人臂22的移动速度为第二速度V2以下之后,光扫描控制部483开始光扫描部45的驱动即可动部451的摆动。更具体而言,如图5所示,在机器人臂22从当前位置P1移动到用于把持对象物W的把持位置P2以把持对象物W时,至少产生机器人臂22加速的加速区域Q1和机器人臂22减速的减速区域Q2。在减速区域Q2中,光扫描控制部483在第五臂225的移动速度为第二速度V2以下之后,开始光扫描部45的驱动。但是,第二速度V2大于0(零)且小于机器人臂22的最大速度V_m。即,满足 $0 < V2 < V_m$ 的关系。

[0060] 由此,例如,与始终驱动光扫描部45的情况相比,能缩短光扫描部45的驱动时间。因此,能实现机器人系统1的省电化。另外,与在机器人臂22停止之后开始光扫描部45的驱动的情况相比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止所需的时间。因此,提高了机器人2的工作效率。此外,第二速度V2没有特别限制,例如可设为10mm/s以上且100mm/s以下。此外,所谓机器人臂22停止是指,各第一驱动装置251~第六驱动装置256的驱动停止,并且不考虑停止后剩余的振动(残余振动)。

[0061] 作为另一示例,光扫描控制部483可基于时刻开始光扫描部45的驱动。具体而言,光扫描控制部483可在机器人臂22变为把持位置P2的时刻的预定时间之前,开始光扫描部45的驱动。例如,如果基于从主计算机6发送的位置指令,则能计算出变为把持位置P2的时刻。因此,在即将变为把持位置P2的时刻之前,光扫描控制部483开始光扫描部45的驱动。由此,与始终驱动光扫描部45的情况相比,能缩短光扫描部45的驱动时间。因此,能实现机器人系统1的省电化。另外,与在机器人臂22的移动完成之后开始光扫描部45的驱动的情况相

比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止所需的时间。因此,提高了机器人2的工作效率。另外,开始光学扫描部45的驱动的时刻没有特别限制,但例如,优选为变为把持位置P2的时刻的前一秒,并且更优选为前0.5秒。

[0062] 照射控制部482通过对激光光源42施加驱动信号,控制激光光源42的驱动。照射控制部482与光扫描控制部483检测到的可动部451的转动同步地从激光光源42发射激光L,并且在对象物W上形成例如,如图6所示的、用亮度值的明暗表示的条形花纹的投影图案P。

[0063] 作为激光L的输出模式,照射控制部482具有以第一输出发射激光L的第一输出模式和以低于第一输出的第二输出发射激光L的第二输出模式,并能对这些模式进行选择。此外,照射控制部482还可具有以低于第二输出的第三输出发射激光L的第三输出模式、以低于第三输出的第四输出发射激光L的第四输出模式等。也就是说,照射控制部482所具有的输出模式的数量没有特别限制。

[0064] 第一输出没有特别限制,例如优选地,刚从激光光源42发射之后即紧邻发射口的强度约为日本工业标准“JIS C 6802”所示的等级2、等级2M、等级3R。由此,能将足够明亮的投影图案P投影到对象物W上,拍摄部47能以短的曝光时间获取具有足够亮度和对比度的图像数据。另一方面,第二输出没有特别限制,例如优选地,刚从激光光源42发射之后的强度为日本工业标准“JIS C 6802”所示的等级1以下。由此,以第二输出模式发射的激光L的强度对于检测区域S内的人来说是足够安全的等级。

[0065] 于此,在可动部451开始转动之后,照射控制部482从激光光源42发射激光L。优选地,在可动部451的振幅(围绕转动轴J的转动角)大于等于预定大小之后,照射控制部482从激光光源42发射激光L。例如,当在可动部451不转动、可动部姿态为恒定的状态下发射激光L时,激光L持续照射到相同的位置。假设在激光L的光路上有人的眼睛的情况下,激光L持续进入该人的眼睛,根据激光L的强度等,有可能对眼睛造成影响。与此相对,如果在发射激光L之前可动部451开始转动,则激光L被扫描,不会持续照射到相同的位置。因此,不易产生上述问题,从而机器人系统1是更安全的。需要注意的是,作为所述“预定大小”,没有特别限制,例如优选为 30° 以上,更优选为 45° 以上。由此,上述效果变得更显著。

[0066] 另外,在可动部451停止转动之前,照射控制部482停止来自激光光源42的激光L的发射。优选地,在可动部451的振幅(围绕转动轴J的转动角)为预定大小以下之前,照射控制部482从激光光源42发射激光L。由此,能总是由光扫描部45扫描激光L。因此,激光L不持续进入人的眼睛,从而机器人系统1是更安全的。

[0067] 另外,照射控制部482也可基于光扫描控制部483是否对线圈456施加驱动信号来判断可动部451是否转动,但与其相比,优选地基于压电电阻部457的电阻值变化来判断可动部451是否转动。例如,由于光扫描部45的故障或断线等,尽管对线圈456施加驱动信号,认为可动部451也可能未开始转动。与此相对,如果基于压电电阻部457的电阻值变化,则当可动部451未开始转动时,压电电阻部457的电阻值不发生变化,因此能可靠地确认可动部451开始转动。进而,压电电阻部457的电阻值根据可动部451的振幅(转动角)而变化,因此也能容易地检测可动部451的振幅。

[0068] 另外,在根据来自速度检测部40的信号检测到机器人臂22的移动速度为比第二速度V2慢的第一速度V1以下之后,照射控制部482开始激光L的发射。如上所述,在机器人臂22的移动速度为第二速度V2以下之后开始光扫描部45的驱动,因此通过在成为比第二速度V2

慢的第一速度V1之后发射激光L,能更可靠地在可动部451转动的状态下发射激光L。因此,机器人系统1是更安全的。需要注意的是,第一速度V1没有特别限制,但例如,优选为第二速度V2的0.75以下,更优选为第二速度V2的0.5以下。由此,能使减速至第二速度V2的时刻与减速至第一速度V1的时刻充分地错开,并且在成为第一速度V1的时刻之前,可动部451能更可靠地处于转动的状态。

[0069] 特别地,优选地,在根据来自速度检测部40的信号检测到机器人臂22处于停止的状态之后,照射控制部482开始激光L的发射。由此,能有效地抑制激光L朝向不期望的方向发射。

[0070] 拍摄控制部484控制拍摄部47(相机471)的驱动。于此,投影图案P以每次偏移 $\pi/2$ 的方式投影四次,拍摄控制部484每次都通过拍摄部47拍摄投影有投影图案P的对象物W。但是,投影图案P的投影次数没有特别限制,只要是能根据拍摄结果计算相位数量即可。另外,也可使用间距大的图案或相反小的图案来进行相同的投影和拍摄,并进行相位连接。随着间距类型的增加,能提高测量范围和分辨率,但拍摄次数越多,获取图像数据所需的时间就越多,因此机器人2的工作效率降低。因此,只要根据三维测量的精度及测量范围与机器人2的工作效率之间的平衡来适当地设定投影图案P的投影次数即可。

[0071] 点云数据生成部485使用相位移法,根据拍摄部47获取到的多个图像数据生成包括对象物W的区域的三维点云数据。然后,将由点云数据生成部485生成的三维点云数据发送到主计算机6。

[0072] 主计算机6具有计算部61,计算部61基于从点云数据生成部485接收到的三维点云数据,计算包括对象物W的姿态、位置(空间坐标)等的三维信息。例如,将与对象物W的形状相关的信息预先存储到计算部61中,并且通过将三维点云数据与对象物W的形状相匹配,从而能计算对象物W的姿态和位置。但是,本发明不限于此,也可从三维点云数据获取对象物W的形状。

[0073] 另外,主计算机6根据计算出的对象物W的三维信息生成机器人2的位置指令,并将生成的位置指令发送到机器人控制装置5。机器人控制装置5基于从主计算机6接收到的位置指令,分别独立地驱动第一驱动装置251~第六驱动装置256,并使第一臂221~第六臂226移动到指示的位置。

[0074] 此外,在本实施方式中,主计算机6具有计算部61,但不限于此,例如,三维测量装置4、机器人控制装置5既可以具有计算部61,也可以具有其他装置。

[0075] 以上,说明了机器人系统1的结构。接着,对机器人系统1的控制方法进行说明。首先,对在检测区域S内没有人的情况、即人体感测信息接收部481从人体感测传感器3接收无人感测信号的情况进行说明。在这种情况下,在检测区域S内没有人,因此高强度的激光L几乎不可能进入人的眼睛。因此,在进行对象物W的三维测量时,照射控制部482以第一输出发射激光L。另外,在检测区域S内没有人的情况下,机器人2和人几乎不可能碰撞。因此,机器人控制装置5以第一驱动模式来驱动第一臂221~第六臂226。

[0076] 接着,对在检测区域S内有人的情况、即人体感测信息接收部481从人体感测传感器3接收人感测信号的情况进行说明。在这种情况下,在检测区域S内有人,因此激光L有可能进入人的眼睛。因此,在进行对象物W的三维测量时,照射控制部482以比第一输出模式强度低的第二输出模式发射激光L。另外,在检测区域S内有人的情况下,机器人2和人有可能

碰撞。因此,机器人控制装置5以最大移动速度比第一驱动模式慢的第二驱动模式来驱动第一臂221~第六臂226。

[0077] 这样,在检测区域S内没有人的情况下,相比检测区域S内有人的情况,使用高强度的激光L。由此,能将更明亮的投影图案P投影到对象物W上,并能更高精度地进行对象物W的三维测量。另外,能缩短与投影图案P的亮度相应的相机471的曝光时间(换言之,提高快门速度),并能缩短对象物W的三维测量所需的时间。因此,提高了机器人2的工作效率。另一方面,在检测区域S内有人的情况下,相比检测区域S内没有人的情况,使用低强度的激光L。由此,激光L的输出降低至即使进入检测区域S内的人的眼睛也是安全的水平,因此能确保该人的安全。

[0078] 另外,这种情况下的相机471的曝光时间没有特别限制,例如既可以是与检测区域S内没有人时相同的曝光时间,也可以是比较检测区域S内没有人时长的曝光时间。在检测区域S内有人的情况下,相比检测区域S内没有人的情况,投影图案P较暗。因此,在前者的情况下,相比检测区域S内没有人的情况,对象物W的三维测量的精度降低,但对象物W的三维测量所需的时间基本相等。另一方面,在后者的情况下,相比检测区域S内没有人的情况,能设为基本相同的曝光量,因此对象物W的三维测量的精度基本相同,但对象物W的三维测量所需的时间变长。因此,考虑到对象物W的三维测量的精度与机器人2的工作效率之间的平衡,只要适当地设定相机471的曝光时间即可。

[0079] 机器人系统1的控制方法不限于此,例如,当检测区域S内有人时,照射控制部482可停止激光L的发射。此外,如上所述,在具有第三输出模式、第四输出模式等的情况下,如果人进入检测区域S内,则照射控制部482可将激光L的输出模式切换成第三输出模式、第四输出模式。另外,当检测区域S内有人时,机器人控制装置5也可分别停止第一臂221~第六臂226的驱动。由此,对于检测区域S内的人来说,机器人系统1是更安全的。

[0080] 另外,在上述结构中,根据检测区域S内是否有人来变更激光L的输出,但也可取而代之、或者与此同时变更光扫描部45的驱动模式。例如,作为光扫描部45的驱动模式,光扫描控制部483具有可动部451围绕转动轴J的转动角为第一角度 θ_1 的第一转动模式,和可动部451围绕转动轴J的转动角为大于第一角度 θ_1 的第二角度 θ_2 的第二转动模式,并能对这些模式进行选择。此外,例如,通过变更施加到线圈456的驱动信号的强度(振幅),能容易地切换第一转动模式和第二转动模式。

[0081] 当检测区域S内没有人时,光扫描控制部483以第一转动模式驱动光扫描部45。由此,与以第二转动模式驱动的情况相比,激光L的扫描范围变窄,能有效地将激光L照射到对象物W上。因此,能更高精度地进行对象物W的三维测量。另一方面,当检测区域S内有人时,光扫描控制部483以第二转动模式驱动光扫描部45。由此,与以第一转动模式驱动的情况相比,激光L的扫描范围变宽,因此即使在激光L的扫描范围中有人的眼睛的情况下,也能减小进入该眼睛的激光L的能量。因此,对于与机器人2共存的人来说,机器人系统1是更安全的。

[0082] 另外,作为光扫描部45的驱动模式,光扫描控制部483具有驱动信号的频率是第一频率F1的第一频率模式,和驱动信号的频率是高于第一频率F1的第二频率F2的第二频率模式,并能对这些模式进行选择。当检测区域S内没有人时,光扫描控制部483以第一频率模式驱动光扫描部45。由此,与以第二频率模式驱动的情况相比,激光L的扫描速度变慢,能有效地将激光L照射到对象物W上。因此,能更高精度地进行对象物W的三维测量。另一方面,当检

测区域S内有人时,光扫描控制部483以第二频率模式驱动光扫描部45。由此,与以第一频率模式驱动的情况相比,激光L的扫描速度变快,因此即使在激光L的扫描范围内有人的眼睛的情况下,也能减小进入该眼睛的激光L的能量。因此,对于与机器人2共存的人来说,机器人系统1是更安全的。

[0083] 如上所述的机器人系统1是如下系统,即如上所述,具有:机器人2,包括机器人臂22;激光照射部41,配置于机器人臂22,并向包括对象物的区域照射由作为漫射部的光学系统44和光扫描部45漫射的激光L;机器人控制装置5,控制机器人臂22的驱动;照射控制部482,控制激光照射部41的驱动;以及速度信号接收部486,接收表示机器人臂22的移动速度的信号。而且,在速度信号接收部486接收到表示机器人臂22的移动速度为第一速度V1以下的信号之后,照射控制部482开始激光L的发射。这样,通过由光学系统44和光扫描部45漫射激光L,随着远离激光照射部41,换言之,激光L的光路长度变成,激光L的强度(可被照射激光L的各区域中的每单位时间的照射能量)减小。因此,能更有效地抑制高强度的激光L进入人的眼睛,从而对于与机器人2共存的人来说,机器人系统1是安全的。另外,与始终发射激光L的情况相比,机器人系统1的省电驱动成为可能。另外,与在机器人臂22停止之后发射激光L的情况相比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止的时间。

[0084] 另外,如上所述,使用激光L进行对象物W的三维测量的三维测量装置4包括:激光照射部41,配置于机器人2的机器人臂22(可动部),并向包括对象物W的区域照射激光L;照射控制部482,控制激光照射部41的驱动;拍摄部47,拍摄被激光L照射了的对象物W而获取图像数据;以及点云数据生成部485,基于图像数据,生成包括对象物W的区域的三维点云数据。而且,激光照射部41包括激光光源42和将从激光光源42发射的激光L漫射的漫射部即光学系统44、光扫描部45。这样,通过由漫射部漫射激光L,随着远离激光照射部41,换言之,激光L的光路长度变成,激光L的强度减小。因此,能更有效地抑制高强度的激光L进入人的眼睛,从而对于与机器人2共存的人来说,机器人系统1是安全的。

[0085] 需要注意的是,所述“漫射”意味着,例如在激光L的光轴保持恒定状态的下,激光L的照射范围沿激光L的发射方向扩展,或者通过变更激光L的光轴,激光L的照射范围沿激光L的发射方向扩展。

[0086] 另外,如上所述,漫射部包括通过摆动来扫描激光L的反射镜454。由此,漫射部的结构得到简化。另外,如上所述,漫射部还包括作为漫射激光L的透镜的棒状透镜442。由此,漫射部的结构得到简化。

[0087] 另外,如上所述,在反射镜454开始摆动之后,照射控制部482开始激光的发射。由此,能防止激光L持续照射到相同的位置。因此,机器人系统1是更安全的。另外,如上所述,在反射镜454停止摆动之前,照射控制部482停止激光L的发射。由此,能防止激光L持续照射到相同的位置。因此,机器人系统1是更安全的。

[0088] 另外,如上所述,具有检测机器人臂22的移动速度的速度检测部40,在通过来自速度检测部40的信号检测到机器人臂22的移动速度为第一速度V1以下之后,照射控制部482开始激光L的发射。由此,与始终发射激光L的情况相比,机器人系统1的省电驱动成为可能。另外,与在机器人臂22停止之后发射激光L的情况相比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止的时间。

[0089] 另外,如上所述,在通过来自速度检测部40的信号检测到机器人臂22处于停止状

态之后,照射控制部482也可开始激光L的发射。由此,激光L的发射方向保持恒定,照射范围变窄,因此机器人系统1是更安全的。

[0090] 另外,如上所述,在通过来自速度检测部40的信号检测到机器人臂22的移动速度为比第一速度V1快的第二速度V2以下之后,照射控制部482开始反射镜454的摆动。由此,与始终摆动反射镜454的情况相比,机器人系统1的省电驱动成为可能。另外,与在机器人臂22停止之后使反射镜454摆动的情況相比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止的时间。

[0091] 另外,如上所述,用于对配置于机器人臂22并向包括对象物W的区域照射由漫射部漫射的激光L的激光照射部41进行控制的控制装置48包括:照射控制部482,控制激光照射部41的驱动;和速度信号接收部486,接收表示机器人臂22的移动速度的信号。而且,在速度信号接收部486接收到表示机器人臂22的移动速度为第一速度V1以下的信号之后,照射控制部482开始激光L的发射。通过由漫射部漫射激光L,随着远离激光照射部41,换言之,激光L的光路长度变成,激光L的强度(可被照射激光L的各区域中的每单位时间的照射能量)减小。因此,能更有效地抑制高强度的激光L进入人的眼睛,从而对于与机器人2共存的人来说,机器人系统1是安全的。另外,与始终发射激光L的情况相比,机器人系统1的省电驱动成为可能。另外,与在机器人臂22停止之后发射激光L的情况相比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止的时间。

[0092] 另外,如上所述,漫射部包括通过摆动来扫描激光L的反射镜454。而且,照射控制部482在反射镜454摆动的状态下发射激光L。由此,能防止激光L持续照射到相同的位置。因此,机器人系统1是更安全的。

[0093] 另外,如上所述,在速度信号接收部486接收到表示机器人臂22的移动速度为比第一速度V1快的第二速度V2以下的信号之后,开始反射镜454的摆动。由此,与始终摆动反射镜454的情况相比,机器人系统1的省电驱动成为可能。另外,与在机器人臂22停止之后使反射镜454摆动的情況相比,能缩短从机器人臂22停止起到开始对象物W的三维测量为止的时间。

[0094] 第二实施方式

[0095] 图7是示出本发明的第二实施方式涉及的机器人系统所具有的激光照射部的整体结构的图。图8是示出图7所示的激光照射部所具有的衍射光学元件的平面图。

[0096] 在以下的说明中,主要说明第二实施方式的机器人系统与上述实施方式的不同点,并且省略对相同事项的说明。除了激光照射部的结构不同以外,第二实施方式的机器人系统1与上述第一实施方式的机器人系统1基本相同。此外,在图7和图8中,对与上述实施方式相同的结构标注相同的附图标记。

[0097] 如图7所示,本实施方式的激光照射部41具有发射激光L的激光光源42、包括投射透镜445的光学系统44、位于激光光源42与投射透镜445之间的衍射光学元件43、以及使衍射光学元件43围绕中心轴A旋转的致动器49。另外,如图8所示,衍射光学元件43具有围绕中心轴A配置的八个图案衍射光栅431~438。而且,通过使衍射光学元件43围绕中心轴A旋转,能使规定的衍射光栅431~438位于激光L的光路上。需要注意的是,虽未图示,但衍射光栅431~434呈投射面上的投射图案的相位各偏移 $\pi/2$ 的条纹状。衍射光栅435~438呈投射面上的投射图案的相位各偏移 $\pi/2$ 的条纹状,并且投射面上的投射图案的间距是衍射光栅431

～434的投射图案的间距的两倍。

[0098] 在这种结构的激光照射部41中,通过使衍射光栅431～438依次位于激光L的光路上,能将八个投影图案P依次投影到对象物W上。

[0099] 在这样的第二实施方式中,激光照射部41具有作为漫射激光L的漫射部的衍射光学元件43。这样,通过漫射激光L,激光L的强度随着远离激光照射部41而降低,因此三维测量装置4是更安全的。

[0100] 以上,基于图示的实施方式说明了本发明的三维测量装置、控制装置及机器人系统,但本发明并不限于此,各部的结构能替换为具有相同功能的任意结构。另外,也可对本发明添加其他任意的结构物。

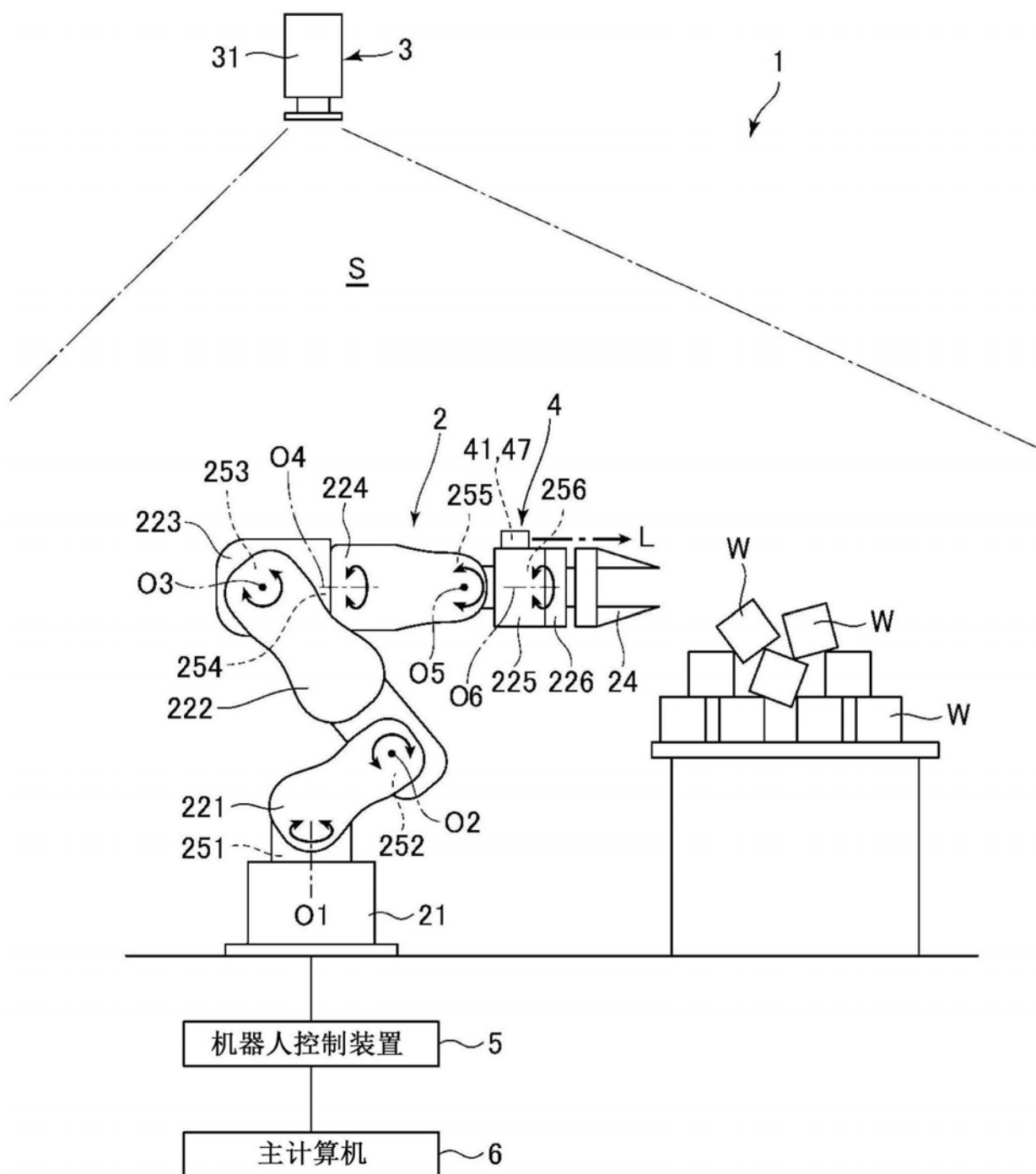


图1

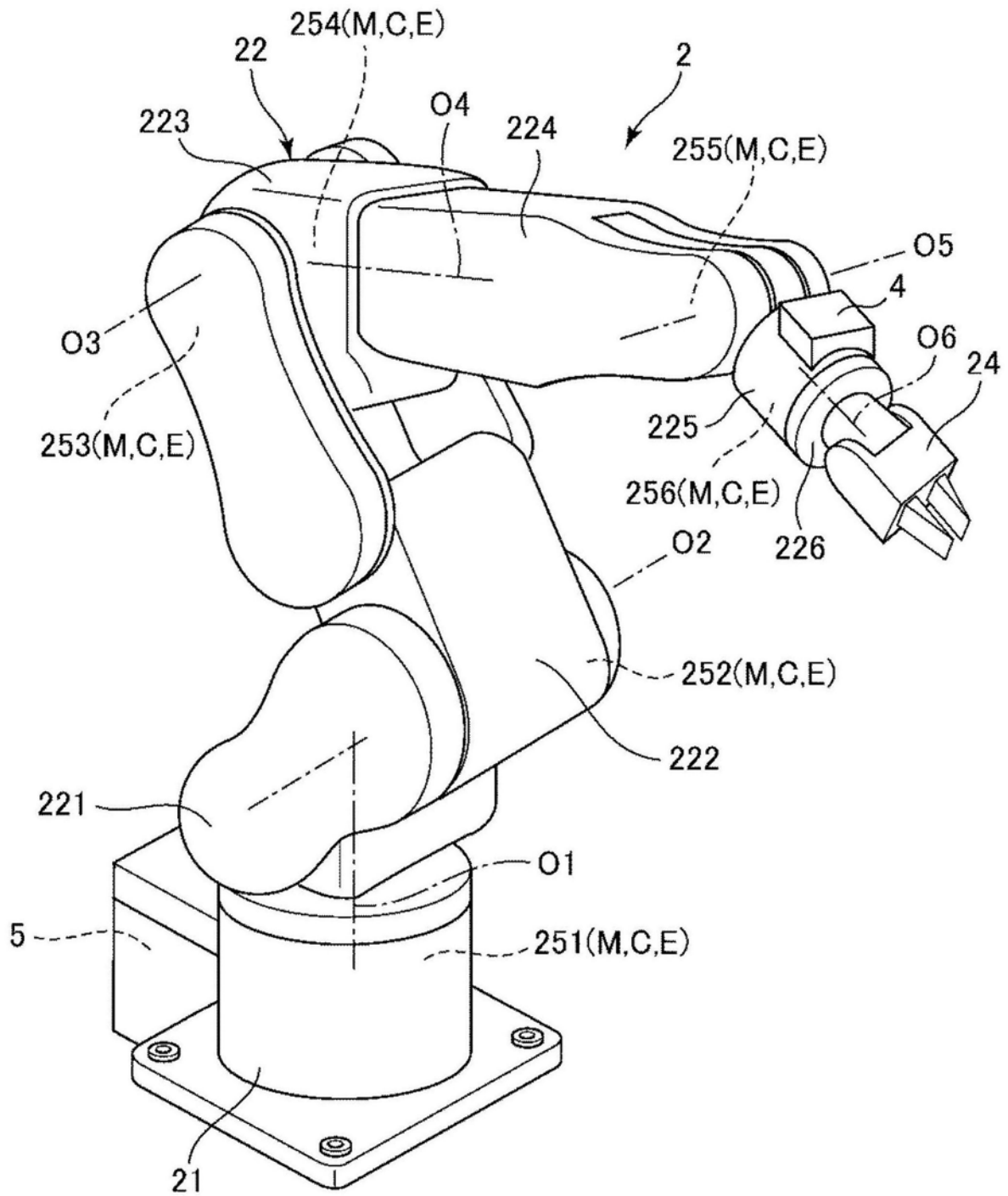


图2

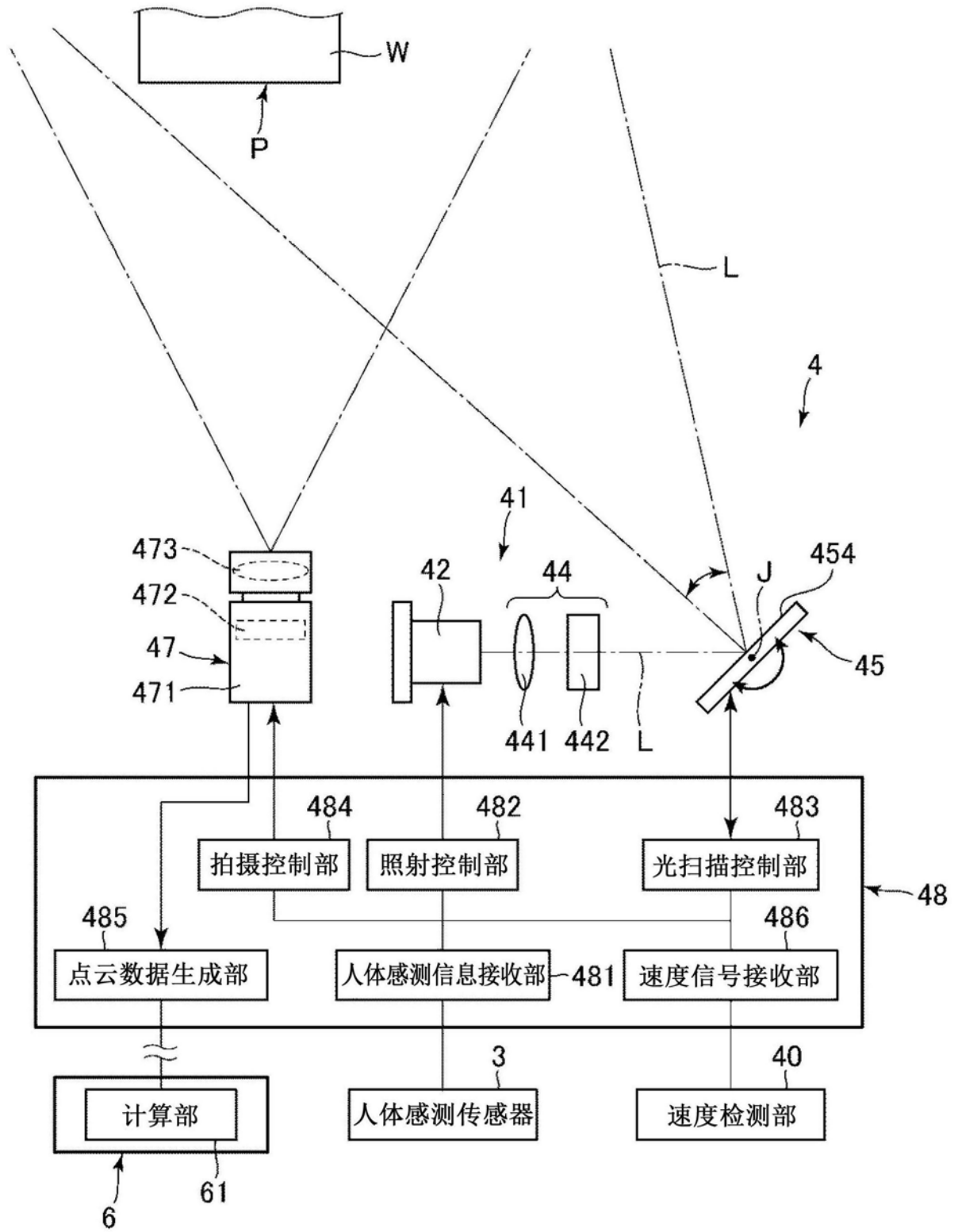


图3

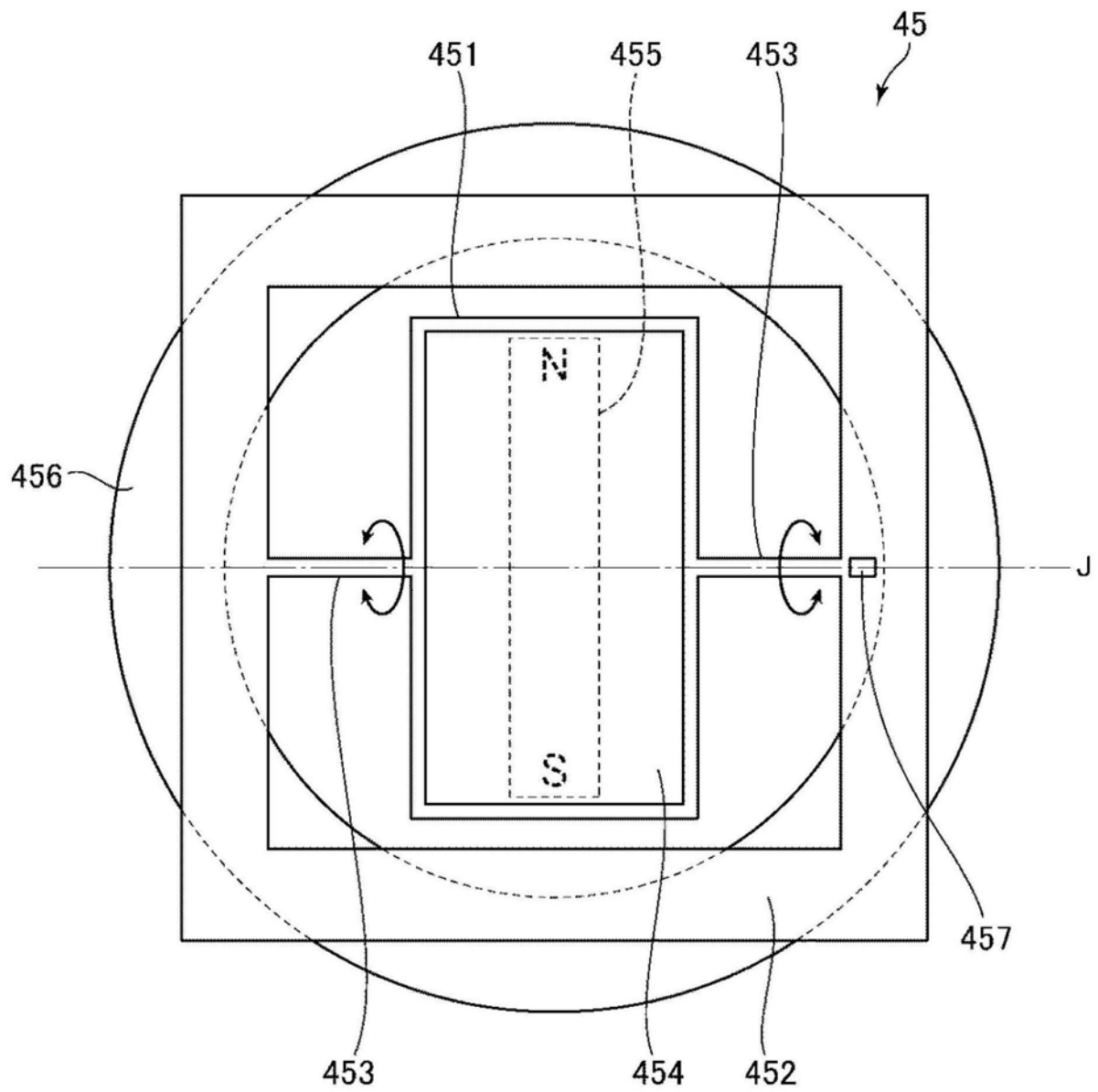


图4

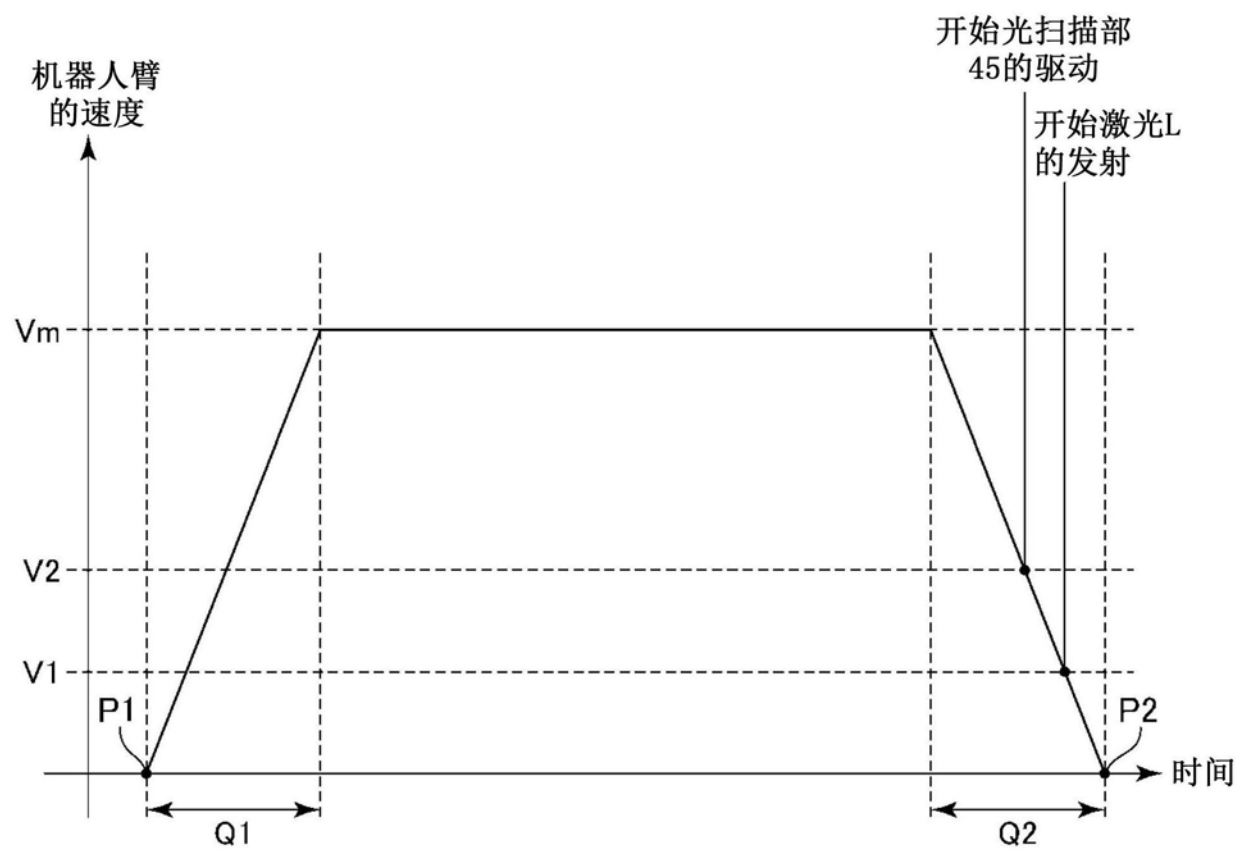


图5

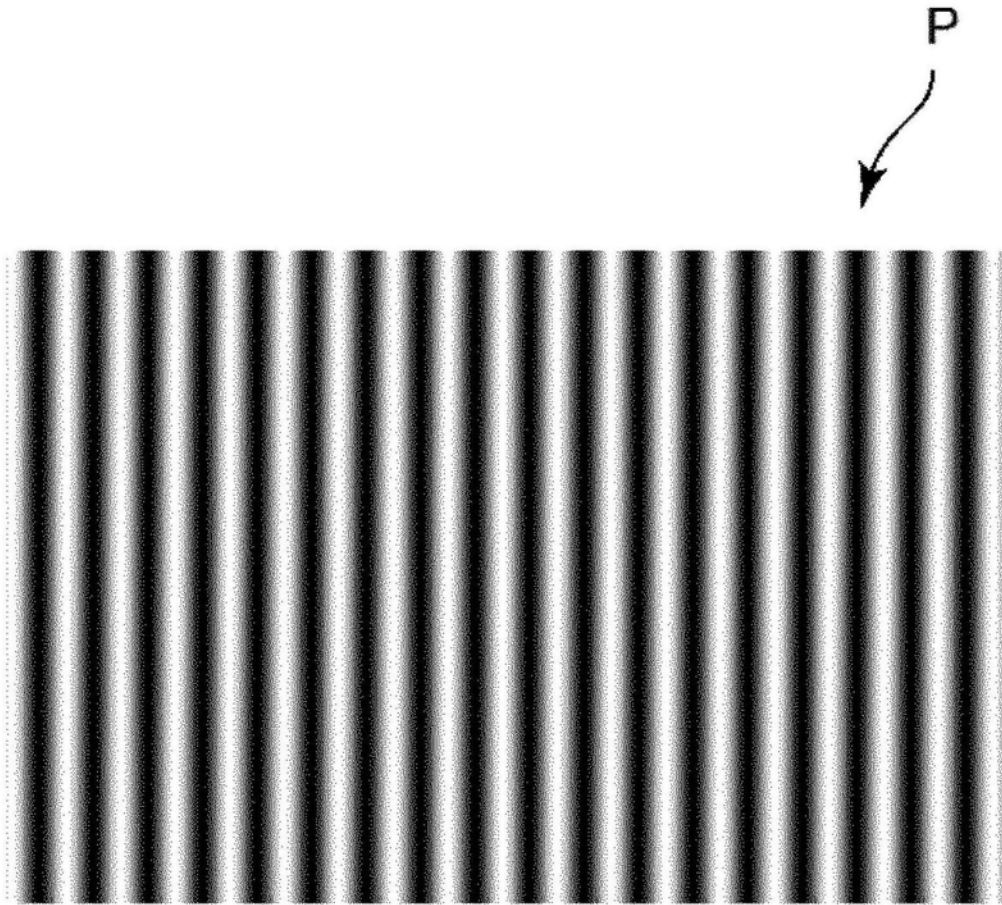


图6

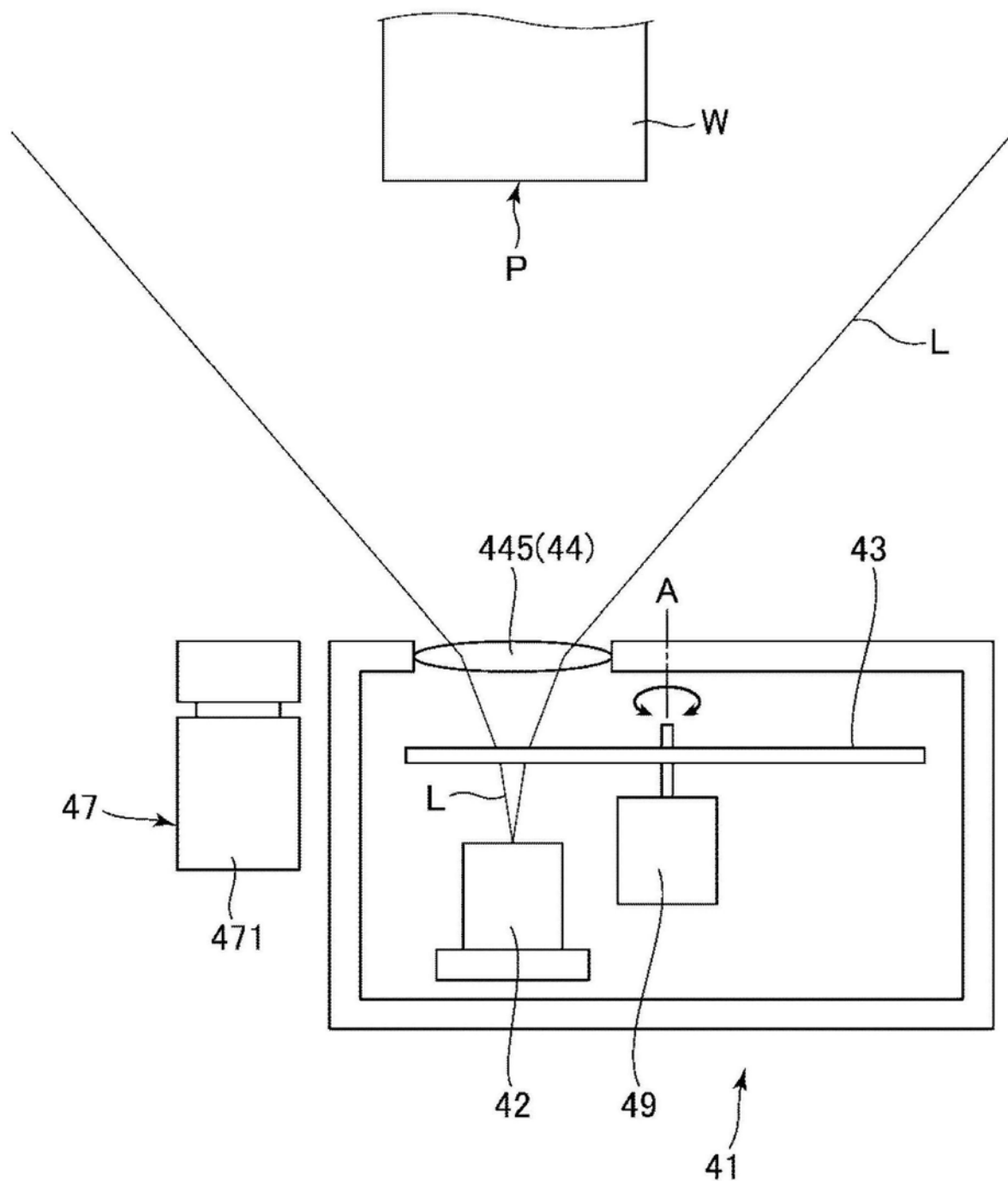


图7

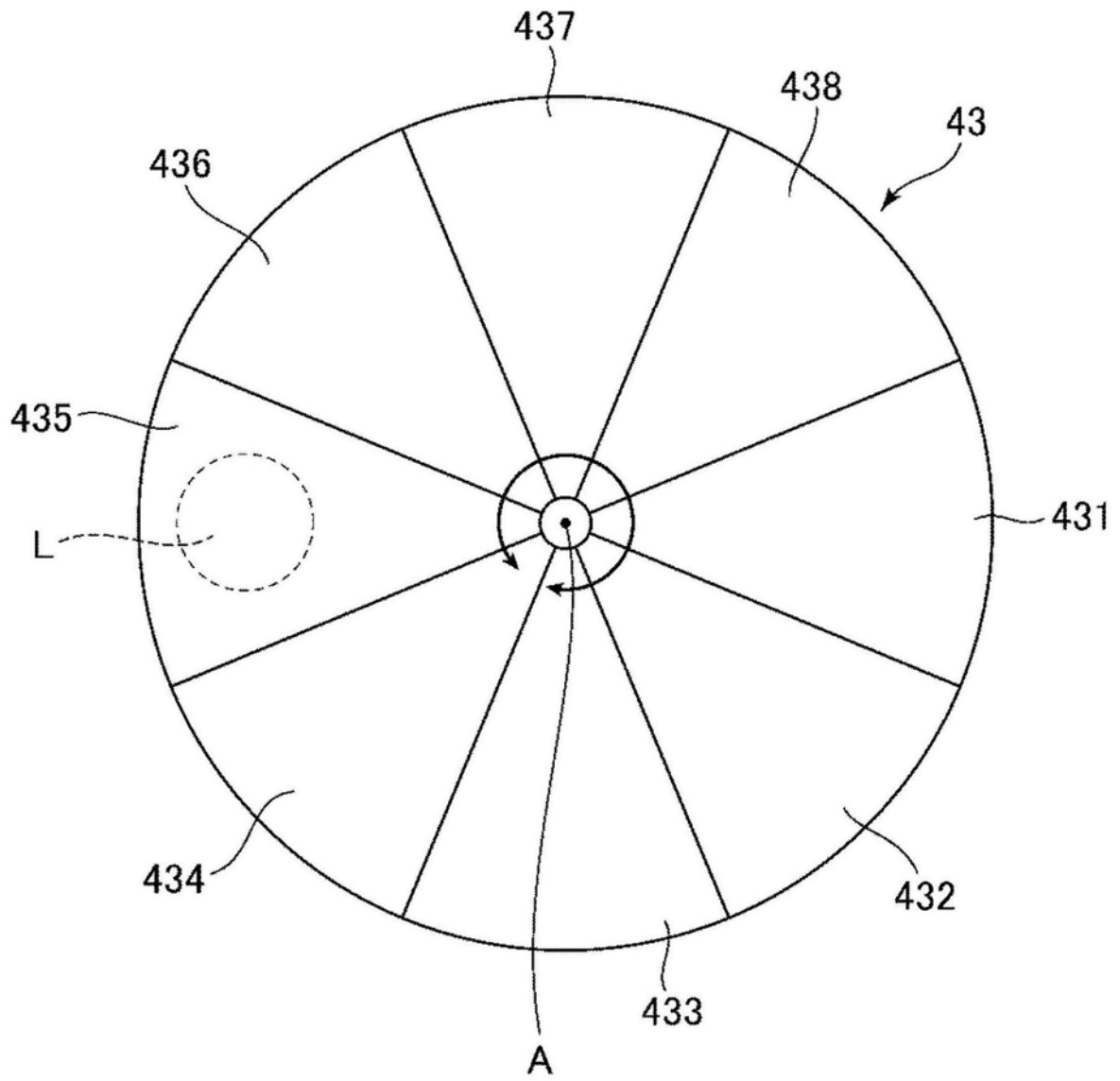


图8