



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106313040 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610509760.4

(22)申请日 2016.06.30

(30)优先权数据

2015-134678 2015.07.03 JP

(71)申请人 电装波动株式会社

地址 日本爱知县

(72)发明人 片山周

(74)专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 姜虎 陈英俊

(51)Int.Cl.

B25J 9/16(2006.01)

B25J 19/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书14页 附图12页

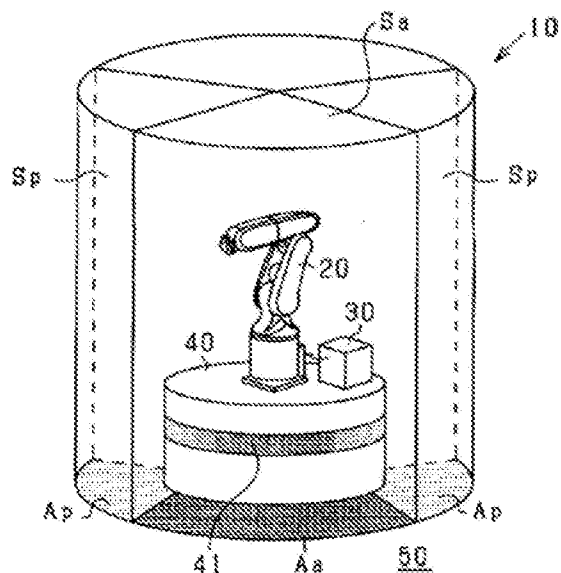
(54)发明名称

机器人系统

(57)摘要

本发明提供一种机器人系统,即使在机器人的周围没有安全栅栏时,也能够事前抑制人进入机器人的动作区域。机器人系统(10)具备:机器人(20),设置在地面(50)上;以及显示单元(41、30),以可目视识别的方式在地面(50)上显示动作区域(Aa),所述动作区域(Aa)是机器人(20)在规

定作业中进行动作的空间(Sa)在地面(50)上占据的区域。



1. 一种机器人系统,其特征在于,具备:  
机器人,设置在地面上;以及  
显示单元,以可目视识别的方式在所述地面上显示动作区域,所述动作区域是所述机器人在规定作业中进行动作的空间在所述地面上占据的区域。
2. 根据权利要求1所述的机器人系统,其特征在于,  
具备强制停止部,所述强制停止部在所述机器人系统异常时使所述机器人强制停止,  
所述显示单元进一步以可目视识别的方式在所述地面上显示潜在区域,所述潜在区域是在所述规定作业中通过所述强制停止部使所述机器人强制停止为止有可能进行动作的空间在所述地面上占据的区域。
3. 根据权利要求1所述的机器人系统,其特征在于,  
所述显示单元具备:照射部,向所述地面照射可见光;以及控制部,以向所述动作区域照射可见光的方式控制所述照射部。
4. 根据权利要求2所述的机器人系统,其特征在于,  
所述显示单元具备:照射部,向所述地面照射可见光;以及控制部,以向所述动作区域以及所述潜在区域照射可见光的方式控制所述照射部。
5. 根据权利要求4所述的机器人系统,其特征在于,  
所述照射部具备:第一照射部,向所述地面照射作为可见光的第一光;以及第二照射部,向所述地面照射与所述第一光不同的可见光即第二光,  
所述控制部通过所述第一照射部向所述动作区域照射所述第一光,并通过所述第二照射部向所述潜在区域照射所述第二光。
6. 根据权利要求4或5所述的机器人系统,其特征在于,  
所述控制部将所述机器人执行所述规定作业的执行速度高于规定速度时的所述潜在区域设定为,比所述执行速度低于所述规定速度时的所述潜在区域大。
7. 根据权利要求4至6中的任意一项所述的机器人系统,其特征在于,所述控制部在所述机器人执行所述规定作业的过程中,使所述潜在区域能够根据相对于所述动作区域的所述机器人的当前动作位置变化。
8. 根据权利要求4至7中的任意一项所述的机器人系统,其特征在于,  
所述控制部在所述机器人执行所述规定作业的过程中,使所述潜在区域能够根据相对于所述动作区域的所述机器人的当前动作方向变化。
9. 根据权利要求4至8中的任意一项所述的机器人系统,其特征在于,  
所述控制部根据所述机器人的减速特性设定所述潜在区域。
10. 根据权利要求3所述的机器人系统,其特征在于,  
所述照射部具备向所述地面照射可见光的范围互不相同的多个LED,  
所述控制部使所述多个LED中向所述动作区域照射可见光的所述LED点亮。
11. 根据权利要求4至9中的任意一项所述的机器人系统,其特征在于,  
所述照射部具备向所述地面照射可见光的范围互不相同的多个LED,  
所述控制部使所述多个LED中向所述动作区域照射可见光的所述LED以及向所述潜在区域照射可见光的所述LED点亮。

## 机器人系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种机器人系统。

### 背景技术

[0002] 以往,不在机器人的周围设置安全栅栏,而使用区域传感器检测人是否接近机器人(参照专利文献1)。在专利文献1记载的技术方案中,当通过区域传感器检测出人接近机器人时,使该机器人停止。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2014-188645号公报

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的技术问题

[0007] 然而,如果每当人接近机器人时就使机器人停止,则机器人的工作效率会下降。另外,从安全方面考虑,本身并不希望人进入需要使机器人停止的区域内。

[0008] 本发明是鉴于上述实际情况而做出的,主要目的在于提供一种机器人系统,即使在机器人的周围没有安全栅栏时,也能够事前抑制人进入机器人的动作区域。

[0009] 用于解决技术问题的方案

[0010] 下面,对用于解决上述技术问题的方案及其作用效果进行说明。

[0011] 第一项技术方案是一种机器人系统,其特征在于,具备:机器人,设置在地面上;以及显示单元,以可目视识别的方式在所述地面上显示动作区域,所述动作区域是所述机器人在规定作业中进行动作的空间在所述地面上占据的区域。

[0012] 根据上述结构,机器人设置在地面上。预先确定了机器人在规定作业中进行动作的空间即动作空间。因此,以可目视识别的方式在地面上显示动作区域,所述动作区域是机器人的动作空间在地面上占据的区域。因此,能够使人目视识别机器人的动作区域,能够在人进入动作区域之前使人意识到不要进入动作区域。因此,即使在机器人的周围没有安全栅栏时,也能够事前抑制人误入机器人的动作区域。

[0013] 在第二项技术方案中,具备强制停止部,所述强制停止部在所述机器人系统异常时使所述机器人强制停止,所述显示单元进一步以可目视识别的方式在所述地面上显示潜在区域,所述潜在区域是在所述规定作业中通过所述强制停止部使所述机器人强制停止为止有可能进行动作的空间在所述地面上占据的区域。

[0014] 根据上述结构,当机器人系统异常时,通过强制停止部使机器人强制停止。但是,直到在规定的作业中通过强制停止部使机器人强制停止为止,机器人有可能动作到动作空间外侧的空间。

[0015] 在此,能够预测在规定的作业中使机器人强制停止为止有可能进行动作的空间即潜在空间。进而,也能够预测机器人的潜在空间在地面上占据的区域即潜在区域。根据上述结

构,以可目视识别的方式在地面上显示机器人的潜在区域。因此,能够使人目视识别机器人的潜在区域,能够使人意识到也不要进入潜在区域。

[0016] 在第三项技术方案中,所述显示单元具备:照射部,向所述地面照射可见光;以及控制部,以向所述动作区域照射可见光的方式控制所述照射部。

[0017] 根据上述结构,能够通过照射部向地面照射可见光。而且,通过控制部,以向机器人的动作区域照射可见光的方式控制照射部。因此,能够容易且正确地显示机器人的动作区域。进一步,由于通过可见光照射出人的身体中已进入动作区域的部分,因此能够使人明确地目视识别出已进入动作区域。

[0018] 在第四项技术方案中,所述显示单元具备:照射部,向所述地面照射可见光;以及控制部,以向所述动作区域以及所述潜在区域照射可见光的方式控制所述照射部。

[0019] 根据上述结构,通过控制部,以向机器人的动作区域以及潜在区域照射可见光的方式控制照射部。因此,能够容易且正确地显示机器人的动作区域以及潜在区域。进一步,由于通过可见光照射出人的身体中已进入动作区域和/或潜在区域的部分,因此能够使人明确地目视识别出已进入动作区域和/或潜在区域。

[0020] 在第五项技术方案中,所述照射部具备:第一照射部,向所述地面照射作为可见光的第一光;以及第二照射部,向所述地面照射与所述第一光不同的可见光即第二光,所述控制部通过所述第一照射部向所述动作区域照射所述第一光,并通过所述第二照射部向所述潜在区域照射所述第二光。

[0021] 根据上述结构,通过第一照射部,能够向地面照射作为可见光的第一光。另外,通过第二照射部,能够向地面照射与第一光不同的可见光即第二光。而且,控制部通过第一照射部向机器人的动作区域照射第一光,并通过第二照射部向机器人的潜在区域照射第二光。因此,能够使人有所区别地目视识别出机器人的动作区域与潜在区域。

[0022] 在第六项技术方案中,所述控制部将所述机器人执行所述规定作业的执行速度高于规定速度时的所述潜在区域设定为,比所述执行速度低于所述规定速度时的所述潜在区域大。

[0023] 机器人执行规定作业的执行速度越快,机器人系统异常时的机器人的潜在空间越大。针对该情况,根据上述结构,机器人执行规定作业的执行速度高于规定速度时的潜在区域被设定为,比执行速度低于规定速度时的潜在区域大。因此,能够根据机器人的执行速度确切地设定潜在区域的大小。进一步,伴随着机器人的执行速度的变化,所显示的潜在区域发生变化,因此,与潜在区域不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0024] 在第七项技术方案中,所述控制部在所述机器人执行所述规定作业的过程中,使所述潜在区域能够根据相对于所述动作区域的所述机器人的当前动作位置变化。

[0025] 在机器人执行规定作业的过程中,根据相对于动作区域的机器人的当前动作位置,机器人系统异常时的机器人的潜在空间会发生变化。例如,当当前动作位置位于动作区域的中央附近时,潜在区域变小,当当前动作位置位于动作区域的端部附近时,潜在区域变大。

[0026] 针对该情况,根据上述结构,在机器人执行规定作业的过程中,使潜在区域能够根据相对于动作区域的机器人的当前动作位置变化。因此,能够根据相对于动作区域的机器人的当前动作位置确切地改变潜在区域。进一步,在执行规定作业的过程中,伴随着机器人

的当前动作位置的变化,所显示的潜在区域发生变化,因此,与潜在区域不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0027] 在第八项技术方案中,所述控制部在所述机器人执行所述规定作业的过程中,使所述潜在区域能够根据相对于所述动作区域的所述机器人的当前动作方向变化。

[0028] 在机器人执行规定作业的过程中,根据相对于动作区域的机器人的当前动作方向,机器人系统异常时的机器人的潜在空间会发生变化。例如,当当前动作方向是朝向动作区域的中央的方向时,潜在区域变小,当当前动作方向是朝向动作区域的端部的方向时,潜在区域变大。

[0029] 针对该情况,根据上述结构,在机器人执行规定作业的过程中,使潜在区域能够根据相对于动作区域的机器人的当前动作方向变化。因此,能够根据相对于动作区域的机器人的当前动作方向确切地改变潜在区域。进一步,在执行规定作业的过程中,伴随着机器人的当前动作方向的变化,所显示的潜在区域发生变化,因此,与潜在区域不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0030] 在第九项技术方案中,所述控制部根据所述机器人的减速特性设定所述潜在区域。

[0031] 根据机器人的减速特性,机器人系统异常时的机器人的潜在空间会发生变化。例如,当机器人的减速特性是容易减速的特性时,潜在空间变小,当机器人的减速特性是不易减速的特性时,潜在空间变大。针对该情况,根据上述结构,由于根据机器人的减速特性设定潜在区域,因此能够提高所设定的潜在区域的精度。

[0032] 在第十项技术方案中,所述照射部具备向所述地面照射可见光的范围互不相同的多个LED,所述控制部使所述多个LED中向所述动作区域照射可见光的所述LED点亮。

[0033] 根据上述结构,照射部具备向地面照射可见光的范围互不相同的多个LED。而且,通过控制部,使多个LED中向动作区域照射可见光的LED点亮。因此,通过选择并点亮LED,能够容易地向动作区域照射可见光。

[0034] 在第十一项技术方案中,所述照射部具备向所述地面照射可见光的范围互不相同的多个LED,所述控制部使所述多个LED中向所述动作区域照射可见光的所述LED以及向所述潜在区域照射可见光的所述LED点亮。

[0035] 根据上述结构,通过选择并点亮向动作区域照射可见光的LED以及向潜在区域照射可见光的LED,能够容易地向动作区域以及向潜在区域照射可见光。

## 附图说明

[0036] 图1是表示机器人系统的概略的立体图。

[0037] 图2是表示作业人员的作业区域、机器人的动作区域以及潜在区域的俯视图。

[0038] 图3(a)是表示执行速度为100%时的机器人的动作区域以及潜在区域的俯视图,图3(b)是表示执行速度为50%时的机器人的动作区域以及潜在区域的俯视图。

[0039] 图4是表示向动作区域以及潜在区域照射可见光的处理步骤的流程图。

[0040] 图5(a)是表示中央附近的动作位置的动作区域以及潜在区域的俯视图,图5(b)是表示端部附近的动作位置的动作区域以及潜在区域的俯视图。

[0041] 图6(a)是表示朝向中央的动作方向的动作区域以及潜在区域的俯视图,图6(b)是

表示朝向端部的动作方向的动作区域以及潜在区域的俯视图。

[0042] 图7是表示根据动作加速度的绝对值设定动作区域的外缘的方式的俯视图。

[0043] 图8是表示临界动作位置附近的时间与动作加速度的绝对值之间的关系的图。

[0044] 图9是表示根据动作加速度的绝对值设定潜在区域的方式的俯视图。

[0045] 图10是表示在临界动作位置附近的各个动作位置处的动作加速度的绝对值的图。

[0046] 图11是表示各个作业中的机器人的动作区域以及潜在区域的俯视图。

[0047] 图12是表示向当前作业的动作区域以及加法潜在区域照射可见光的处理步骤的流程图。

[0048] 图13是表示在各个作业中向动作区域以及加法潜在区域照射可见光的方式的俯视图。

[0049] 图14是表示具备多个机器人的机器人系统的概略的俯视图。

[0050] 图15是表示向动作区域、潜在区域以及预报区域照射可见光的处理步骤的流程图。

[0051] 图16是表示向动作区域、潜在区域以及预报区域照射可见光的方式的俯视图。

[0052] 附图标记说明

[0053] 10:机器人系统

[0054] 20:机器人

[0055] 20A:机器人

[0056] 20B:机器人

[0057] 20C:机器人

[0058] 20D:机器人

[0059] 30:控制器(控制部、强制停止部)

[0060] 41:照射部(第一照射部、第二照射部、主照射部)

[0061] 50:地板(地面)

[0062] 100:机器人系统

[0063] 110:PLC(控制部)

## 具体实施方式

[0064] 第一实施方式

[0065] 下面,参照附图,对在具备垂直多关节型机器人的机器人系统中具体实现的第一实施方式进行说明。本实施方式的机器人例如作为工业用机器人而被用于机械装配工厂等的组装流水线上。

[0066] 首先,根据图1说明机器人系统10的概略。如该图所示,机器人系统10具备机器人20、控制器30以及设置台40等。

[0067] 设置台40形成为圆柱状,固定于工厂内的地板50上。设置台40的中心轴线垂直于地板50。设置台40是用于在其上设置机器人20以及控制器30的基台。在设置台40的上面设置有机器人20以及控制器30。换言之,机器人20以及控制器30借助设置台40设置在地板50(即地面)上。

[0068] 机器人20是具备多关节臂的垂直多关节型机器人。机器人20具备驱动各个关节的

电机、对各个关节进行制动的制动器以及检测各个关节的旋转角度的角度传感器等。机器人20的动作通过控制器30控制。

[0069] 控制器30(即控制部)具备CPU、ROM、RAM、驱动电路以及位置检测电路等。ROM存储着机器人20的系统程序和动作程序等。RAM用于在执行这些程序时存储参数值等。各个角度传感器的检测信号分别被输入到位置检测电路中。位置检测电路根据各个角度传感器的检测信号检测各个关节(具体而言是电机)的旋转角度。

[0070] 机器人20通过使臂驱动来进行各种作业。例如,如该图所示,机器人20在规定作业中进行动作的空间即动作空间为动作空间Sa。动作空间Sa根据机器人20的臂的长度以及规定作业中的臂的动作轨迹被预先确定。而且,动作空间Sa在地板50上占据的区域即动作区域为动作区域Aa。动作区域Aa是将动作空间Sa投影到地板50上的区域,被设定为以机器人20为中心的扇形。

[0071] 当机器人系统10异常时,控制器30(即强制停止部)使机器人20强制停止。例如,当检测到机器人20的动作异常或者控制器30的通信异常时,对机器人20的臂进行制动,使其立即停止。但是,直到在规定作业中使机器人20强制停止为止,机器人20有可能动作到动作空间Sa外侧的空间。

[0072] 在此,能够通过控制器30将在规定作业中使机器人20强制停止为止有可能进行动作的空间即潜在空间作为潜在空间Sp预测出来。潜在空间Sp是动作空间Sa外侧的空间。而且,机器人20的潜在空间Sp在地板50上占据的区域即潜在区域为潜在区域Ap。潜在区域Ap是将潜在空间Sp投影到地板50上的区域,被设定为以机器人20为中心的扇形。在本实施方式中,以可目视识别的方式在地板50上显示机器人20的上述动作区域Aa以及潜在区域Ap。

[0073] 具体而言,在上述设置台40上设置有向地板50照射可见光的照射部41。照射部41具备:第一照射部,向地板50照射红色光(即作为可见光的第一光);以及第二照射部,向地板50照射黄色光(即与第一光不同的可见光、即第二光)。

[0074] 第一照射部具备在设置台40的周方向上以规定间隔(例如每隔中心角度 $10^{\circ}$ )排列的多个红色LED。多个红色LED向地板50照射红色光的范围互不相同,在设置台40的整周上配置该多个红色LED。通过在多个红色LED中选择所要点亮的红色LED,能够向任意的动作区域Aa照射红色光。代替第一照射部的红色LED,第二照射部具备以相同的方式配置的黄色LED。而且,通过在多个黄色LED中选择所要点亮的黄色LED,能够向任意的潜在区域Ap照射黄色光。

[0075] 控制器30使多个红色LED中向动作区域Aa照射红色光的红色LED点亮。即,控制器30以向动作区域Aa照射红色光的方式控制第一照射部。另外,控制器30使多个黄色LED中向潜在区域Ap照射黄色光的黄色LED点亮。即,控制器30以向潜在区域Ap照射黄色光的方式控制第二照射部。此外,通过照射部41以及控制器30构成显示单元,该显示单元以可目视识别的方式在地板50上显示动作区域Aa以及潜在区域Ap。

[0076] 图2是表示作业人员的作业区域W、机器人20的动作区域Aa以及潜在区域Ap的俯视图。

[0077] 在工厂内的设备区域F中设置有机人20。在机器人20的周围没有设置安全栅栏。如上所述,向动作区域Aa照射红色光,并向潜在区域Ap照射黄色光。因此,作业人员(即人)能够目视识别出机器人20的动作区域Aa以及潜在区域Ap。因此,在设备区域F中,作业人员

在作业区域W中进行作业,而不会进入动作区域Aa以及潜在区域Ap。

[0078] 在此,机器人20执行规定作业的执行速度越快,机器人系统10异常时的机器人20的潜在空间Sp越大。将机器人20以最短的时间执行规定作业的情况设为100%,执行速度是表示相当于该速度的百分之多少的值。此外,作为机器人20的瞬间速度的动作速度也根据执行速度发生变化。例如,执行速度越快,动作速度也越快。因此,基于动作速度的情况也基于执行速度。

[0079] 图3(a)是表示执行速度为100%时的动作区域Aa以及潜在区域Ap1的俯视图,图3(b)是表示执行速度为50%时的动作区域Aa以及潜在区域Ap2的俯视图。

[0080] 如该图所示,在机器人20的执行速度为100%的情况下与机器人20的执行速度为50%的情况下,动作区域Aa相同。这是因为,规定作业中的机器人20的动作轨迹是预先确定的,与执行速度无关。但是,将执行速度为100%时的潜在区域Ap1设定为,比执行速度为50%时的潜在区域Ap2大。这是因为,执行速度越快,动作速度也越快,因此从控制器30欲使机器人20停止开始到停止为止的移动距离较长。因此,在本实施方式中,将机器人20执行规定作业的执行速度高于规定速度时的潜在区域Ap1设定为,比执行速度低于所述规定速度时的潜在区域Ap2大。

[0081] 图4是表示向动作区域Aa以及潜在区域Ap照射可见光的处理步骤的流程图。在机器人20开始进行规定作业之前,通过控制器30执行该一系列的处理。

[0082] 首先,计算规定作业中的机器人20的动作空间Sa(S11)。具体而言,根据规定作业中的机器人20的臂的动作轨迹、臂的长度、机器人20的座标,计算出动作空间Sa。

[0083] 接下来,计算规定作业中的机器人20的动作区域Aa(S12)。具体而言,根据机器人20的座标,将动作空间Sa投影到地板50上,从而计算出动作区域Aa。

[0084] 接下来,计算规定作业中的机器人20的潜在空间Sp(S13)。具体而言,根据机器人20执行规定作业的执行速度以及机器人20的减速特性,计算潜在空间Sp。执行速度越快,将潜在空间Sp设定得越大。另外,减速特性是如下的特性,即臂越长、机械手越重、电机的惯性越大、搬运的工件越重,越不易减速。而且,减速特性越是不易减速的特性,将潜在空间Sp设定得越大。

[0085] 接下来,计算规定作业中的机器人20的潜在区域Ap(S14)。具体而言,根据机器人20的座标,将潜在空间Sp投影到地板50上,从而计算出潜在区域Ap。

[0086] 接下来,向动作区域Aa照射红色光(S15)。具体而言,在照射部41的多个红色LED中,选择并点亮向动作区域Aa照射红色光的红色LED。换言之,在照射部41的多个红色LED中,不使上述被选择的红色LED以外的红色LED点亮。

[0087] 接下来,向潜在区域Ap照射黄色光(S16)。具体而言,在照射部41的多个黄色LED中,选择并点亮向潜在区域Ap照射黄色光的黄色LED。换言之,在照射部41的多个黄色LED中,不使上述被选择的黄色LED以外的黄色LED点亮。之后,结束该一系列的处理(结束)。

[0088] 之后,机器人20在向动作区域Aa照射红色光并向潜在区域Ap照射黄色光的状态下,执行规定作业。

[0089] 以上详细说明的本实施方式具有以下优点。

[0090] 预先确定了机器人20在规定的作业中进行动作的空间即动作空间Sa。因此,以可目视识别的方式在地板50上显示动作区域Aa,所述动作区域Aa是机器人20的动作空间Sa在地



板50上占据的区域。因此,能够使作业人员目视识别机器人20的动作区域Aa,能够在作业人员进入动作区域Aa之前使作业人员意识到不要进入动作区域Aa。因此,即使在机器人20的周围没有安全栅栏时,也能够事前抑制作业人员误入机器人20的动作区域Aa。

[0091] 能够通过控制器30预测出直到在规定作业中使机器人20强制停止为止有可能进行动作的空间即潜在空间Sp。进而,也能够通过控制器30预测出潜在区域Ap,所述潜在区域Ap是机器人20的潜在空间Sp在地板50上占据的区域。根据本实施方式,能够以可目视识别的方式在地板50上显示机器人20的潜在区域Ap。因此,能够使作业人员目视识别机器人20的潜在区域Ap,能够使作业人员意识到也不要进入潜在区域Ap。

[0092] 通过控制器30,以向机器人20的动作区域Aa以及潜在区域Ap照射可见光的方式控制照射部41。因此,能够容易且正确地显示机器人20的动作区域Aa以及潜在区域Ap。进一步,由于通过可见光照射出作业人员的身体中已进入动作区域Aa和/或潜在区域Ap的部分,因此能够使作业人员明确地目视识别出已进入动作区域Aa和/或潜在区域Ap。

[0093] 控制器30通过第一照射部向机器人20的动作区域Aa照射红色光,并通过第二照射部向机器人20的潜在区域Ap照射黄色光。因此,能够使作业人员有所区别地目视识别出机器人20的动作区域Aa与潜在区域Ap。

[0094] 将机器人20执行规定作业的执行速度高于规定速度时的潜在区域Ap设定为,比执行速度低于规定速度时的潜在区域Ap大。因此,能够根据机器人20的执行速度确切地设定潜在区域Ap的大小。

[0095] 根据机器人20的减速特性,机器人系统10异常时的机器人20的潜在空间Sp会发生变化。根据本实施方式,由于根据机器人20的减速特性设定潜在区域Ap,因此能够提高所设定的潜在区域Ap的精度。

[0096] 照射部41具备向地板50照射可见光的范围互不相同的多个LED。通过选择并点亮向动作区域Aa照射可见光的LED以及向潜在区域Ap照射可见光的LED,能够容易地向动作区域Aa以及潜在区域Ap照射可见光。

[0097] 此外,第一实施方式也可以以如下方式变形实施。

[0098] 作为执行速度,也可以使用表示机器人20执行规定作业时的动作速度的峰值相当于机器人20的额定最高速度的百分之多少的值。

[0099] 在第一实施方式中,照射部41具备向地板50照射可见光的范围互不相同的多个LED。但是,照射部41也可以由大角度照射可见光的灯、以及对遮蔽该灯的光的范围进行调节的遮蔽机构构成。而且,控制器30也可以通过控制遮蔽机构来调整灯的光向地板50进行照射的范围,从而使可见光照射到机器人20的动作区域Aa和潜在区域Ap。

[0100] 在机器人20执行规定作业的过程中,根据相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作位置,机器人系统10异常时的机器人20的潜在空间Sp会发生变化。图5(a)是表示中央附近的动作位置P11的动作区域Aa以及潜在区域Ap11的俯视图。如该图所示,当当前动作位置P11位于动作区域Aa的中央附近时,潜在空间Sp以及潜在区域Ap11变小。另一方面,图5(b)是表示端部附近的动作位置P12的动作区域Aa以及潜在区域Ap12的俯视图。如该图所示,当当前动作位置P12位于动作区域Aa的端部附近时,潜在空间Sp以及潜在区域Ap12变大。

[0101] 因此,控制器30在机器人20执行规定作业的过程中,使潜在区域Ap能够根据相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作位置变化。根据这样的结构,能够根据相对于动作区

域Aa的机器人20的当前动作位置确切地改变潜在区域Ap。进一步,在执行规定作业的过程中,伴随着机器人20的当前动作位置的变化,所显示的潜在区域Ap发生变化,因此,与潜在区域Ap不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0102] 在机器人20执行规定作业的过程中,根据相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作方向,机器人系统10异常时的机器人20的潜在空间Sp会发生变化。图6(a)是表示朝向中央的动作方向D1(动作位置P21)的动作区域Aa以及潜在区域Ap21的俯视图。如该图所示,当当前动作方向D1是朝向动作区域Aa的中央的方向时,潜在空间Sp21以及潜在区域Ap21变小。另一方面,图6(b)是表示朝向端部的动作方向D2(动作位置P22)的动作区域Aa以及潜在区域Ap22的俯视图。如该图所示,当当前动作方向D2是朝向动作区域Aa的端部的方向时,潜在空间Sp22以及潜在区域Ap22变大。

[0103] 因此,控制器30在机器人20执行规定作业的过程中,使潜在区域Ap能够根据相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作方向变化。根据这样的结构,能够根据相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作方向确切地改变潜在区域Ap。进一步,在执行规定作业的过程中,伴随着机器人20的当前动作方向的变化,所显示的潜在区域Ap发生变化,因此,与潜在区域Ap不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0104] 根据机器人20执行规定作业的执行加速度,机器人系统10异常时的机器人20的潜在空间Sp会发生变化。与上述执行速度同样地,将机器人20以最短的时间执行规定作业的情况设为100%,执行加速度是表示相当于该加速度的百分之多少的值。此外,作为机器人20的瞬间加速度的动作加速度也根据执行加速度发生变化。例如,执行加速度越大,动作加速度也越大。因此,基于动作加速度的情况也基于执行加速度。

[0105] 例如,与图3的执行速度相同,执行加速度越大,动作速度越快,因此潜在空间Sp(以及潜在区域Ap1)会变大。另外,执行加速度越小,动作速度越慢,因此潜在空间Sp(以及潜在区域Ap2)会变小。因此,控制器30将机器人20执行规定作业的执行加速度高于规定加速度时的潜在区域Ap1设定为,比执行加速度低于规定加速度时的潜在区域Ap2大。具体而言,执行加速度越大,将潜在区域Ap设定得越大。因此,能够根据机器人20的执行加速度确切地改变潜在区域Ap。

[0106] 图7是表示根据动作加速度的绝对值设定动作区域Aa的外缘的方式的俯视图。如该图的动作位置P31、P32所示,当机器人20的动作位置靠近动作空间Sa的外缘时,为了逐渐降低动作速度,包含动作减速度的动作加速度的绝对值变小。动作位置P31、P32是动作加速度的绝对值变为极小值的临界动作位置。图8是表示临界动作位置P32附近的时间与动作加速度的绝对值之间的关系图。如该图所示,在临界动作位置P32附近,动作加速度的绝对值减少并变为极小值后,再次增加。在时刻 $t_m$ 处的动作位置是临界动作位置P32。

[0107] 因此,对于规定作业中的机器人20的各个动作位置,控制器30计算出动作加速度的绝对值,并根据计算出的动作加速度的绝对值为极小值的临界动作位置,设定动作区域Aa的外缘。具体而言,如图7所示,根据临界动作位置P31的座标,设定动作区域Aa的外缘E1,并根据临界动作位置P32的座标,设定动作区域Aa的外缘E2。而且,在以机器人20为中心的扇形中设定动作区域Aa。因此,能够容易且正确地设定动作区域Aa的外缘。

[0108] 根据临界动作位置附近的机器人20的动作速度,机器人系统10异常时的机器人20的潜在空间Sp以及潜在区域Ap会发生变化。而且,机器人20的动作速度根据动作加速度发

生变化。因此,如图9所示,控制器30根据动作位置P33~P35处的动作加速度的绝对值,设定潜在区域Ap32,其中,所述动作位置P33~P35包含于规定作业中的临界动作位置P36前面的规定范围内。图10是表示在临界动作位置P36附近的各个动作位置P33~P35处的动作加速度的绝对值的图。动作位置P33~P36分别对应于时刻t11~t14。具体而言,时刻t11~t13的动作加速度的绝对值越大,将潜在区域Ap设定得越大。根据这样的结构,能够减少控制器30的处理负荷,并能够提高所设定的潜在区域Ap的精度。

[0109] 也可以组合机器人20执行规定作业的执行速度、执行规定作业的过程中的相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作位置、执行规定作业的过程中的相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作方向以及机器人20执行规定作业的执行加速度,来设定潜在区域Ap。总之,只要根据执行规定作业的执行速度、相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作位置、相对于动作区域Aa的机器人20的当前动作方向以及执行规定作业的执行加速度之中的至少一个设定潜在区域Ap即可。

[0110] 也可以预先计算并存储动作区域Aa和/或潜在区域Ap,并在机器人20开始进行规定作业之前读入已存储的动作区域Aa和/或潜在区域Ap。

[0111] 在第一实施方式中,控制器30通过第一照射部向机器人20的动作区域Aa照射红色光,并通过第二照射部向机器人20的潜在区域Ap照射黄色光。但是,并不仅限于红色与黄色,也可以向动作区域Aa以及潜在区域Ap照射其他颜色(即波长)的可见光。另外,也可以向动作区域Aa以及潜在区域Ap照射颜色相同(即波长相同)而亮度不同的可见光。即使在这种情况下,人也能够区别出动作区域Aa与潜在区域Ap。进一步,也能够向动作区域Aa以及潜在区域Ap照射颜色相同且亮度相同的可见光。即使在这种情况下,也能够使人目视识别出机器人的动作区域Aa以及潜在区域Ap。另外,也可以只向动作区域Aa照射可见光。即使在这种情况下,也能够使人目视识别出机器人的动作区域Aa,能够在人进入动作区域Aa之前使人意识到不要进入动作区域Aa。

[0112] 照射部41并不仅限于设置在设置台40上,也能够设置在机器人20的底座部或者工厂的天花板等处。总之,只要照射部41能够向地板50的动作区域Aa和潜在区域Ap照射可见光即可。另外,也可以将机器人20直接设置在地板50上。

[0113] 设置机器人20的设置台40具有足够的宽度,当作业人员在设置台40的上面移动时,能够将设置台40的上面视为照射可见光的地面。

[0114] 以可目视识别的方式在地板50(即地面)上显示动作区域Aa和潜在区域Ap的方式并不仅限于向整个动作区域Aa和潜在区域Ap照射可见光的方式。例如,也可以只向动作区域Aa和潜在区域Ap的外缘照射可见光。另外,并不仅限于向动作区域Aa和潜在区域Ap照射可见光的方式,也能够通过涂料或者胶带带来显示动作区域Aa和潜在区域Ap。

[0115] 作为机器人20,并不仅限于垂直多关节型机器人,也能够采用水平多关节型机器人等。

[0116] 第二实施方式

[0117] 接下来,对于第二实施方式,主要说明与第一实施方式不同之处。在本实施方式中,机器人20执行多个作业。其他的结构与第一实施方式相同。而且,与第一实施方式相同,控制器30以向机器人20正在执行的作业的动作区域Aa以及潜在区域Ap照射可见光的方式控制照射部41。

[0118] 图11是表示各个作业中的机器人20的动作区域以及潜在区域的俯视图。如该图所示,机器人20依次反复执行作业A~C。对于作业来说,既可以以规定时间执行一个作业后切换成下一个作业,也可以在结束一个作业后切换成下一个作业。

[0119] 动作区域Aaa~Aac互不相同,潜在区域Apa~Apc也互不相同。在作业A中,控制器30向动作区域Aaa照射红色光,并向潜在区域Apa照射黄色光。在作业B中,控制器30向动作区域Aab照射红色光,并向潜在区域Apb照射黄色光。在作业C中,控制器30向动作区域Aac照射红色光,并向潜在区域Apc照射黄色光。

[0120] 在此,在作业C中,作业人员m的位置位于动作区域Aac以及潜在区域Apc的外侧。但是,当从作业C切换到作业A时,作业人员m的位置会被包含到动作区域Aaa或者潜在区域Apa中。在这种情况下,如果作业人员m不在作业A开始之前移动到动作区域Aaa以及潜在区域Apa的外侧,就有可能对作业人员m的安全造成损害。

[0121] 因此,在本实施方式中,在对各个作业的潜在区域Apa、Apb、Apc进行加法运算而得到的加法潜在区域(Apa+Apb+Apc)中,控制器30通过第二照射部向未包含于机器人20正在执行的作业的动作区域(例如动作区域Aac)内的区域照射黄色光。

[0122] 图12是表示向当前作业的动作区域以及加法潜在区域照射可见光的处理步骤的流程图。在机器人20开始进行作业A~C之前,即在作业A~C均没有开始进行的状态下,通过控制器30执行该一系列的处理。

[0123] 首先,计算各个作业A~C中的机器人20的动作空间Saa~Sac(S21)。计算一个作业中的动作空间Sa的方法与图4的S11的处理相同。计算各个作业A~C中的机器人20的动作区域Aaa~Aac(S22)。计算一个作业中的动作区域Aa的方法与图4的S12的处理相同。计算各个作业中的机器人20的潜在空间Spa~Spc(S23)。计算一个作业中的潜在空间Sp的方法与图4的S13的处理相同。计算各个作业A~C中的机器人20的潜在区域Apa~Apc(S24)。计算一个作业中的潜在区域Ap的方法与图4的S14的处理相同。

[0124] 接下来,计算对各个作业A~C中的潜在区域Apa、Apb、Apc进行加法运算而得到的加法潜在区域Apt(S25)。具体而言,省略重复部分,对潜在区域Apa、Apb、Apc进行加法运算,计算出加法潜在区域Apt。换言之,将包含潜在区域Apa、Apb、Apc全部在内的最小区域作为加法潜在区域Apt计算出来。

[0125] 接下来,向当前正在执行的作业的动作区域Aa照射红色光(S26)。向动作区域Aa照射红色光的方法与图4的S15的处理相同。

[0126] 接下来,向加法潜在区域Apt照射黄色光(S27)。具体而言,当向加法潜在区域Apt照射黄色光时,通过第二照射部,向加法潜在区域Apt中、未包含于机器人20当前正在执行的作业的动作区域Aa内的区域照射黄色光。照射黄色光的方法与图4的S16的处理相同。之后,结束该一系列的处理(结束)。此外,每当作业切换时,都执行S26、S27的处理。

[0127] 之后,如图13所示,机器人20在向当前正在执行的作业的动作区域Aa照射红色光并向加法潜在区域Apt照射黄色光的状态下,执行作业A~C。

[0128] 以上详细说明了本实施方式具有以下优点。此外,在此只说明与第一实施方式不同的优点。

[0129] 向机器人20执行的多个作业A~C中正在执行的作业的动作区域Aa照射可见光。因此,即使作业被切换,也能够使人目视识别出正在执行的作业的动作区域Aa。并且,由于所

照射的动作区域Aa会发生变化,因此,与动作区域Aa不变的情况相比,能够引起人的注意。另外,由于通过可见光照射出人的身体中已进入动作区域Aa的部分,因此能够使人明确地目视识别出已进入动作区域Aa。

[0130] 向对各个作业A~C的潜在区域Apa~Apc进行加法运算而得到的加法潜在区域Apt中、未包含于机器人20正在执行的作业的动作区域Aa内的区域照射可见光。因此,当作业被切换时,能够事前抑制人进入将要成为潜在区域Ap的区域。进一步,由于所照射的加法潜在区域Apt与动作区域Aa的比例会发生变化,因此,与该比例不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0131] 此外,第二实施方式也可以以如下方式变形实施。

[0132] 在各个作业A~C中,作为以可目视识别的方式显示动作区域Aa和潜在区域Ap的方式,能够在可进行组合的范围内应用第一实施方式的各个变形例。

[0133] 加法潜在区域Apt既可以是对机器人20执行的全部作业的潜在区域Ap进行加法运算而得到的区域,也可以是对包含多个作业在内的一部分作业的潜在区域Ap进行加法运算而得到的区域。另外,也可以代替向加法潜在区域Apt照射黄色光的结构,而采用在各个作业A~C中分别向潜在区域Apa~Apc照射黄色光的结构。

[0134] 控制器30也可以以如下方式控制照射部,即、向对各个作业A~C的动作区域Aaa~Aac进行加法运算而得到的加法动作区域Aat照射可见光。根据这样的结构,当作业被切换时,能够事前抑制人进入将要成为动作区域Aa的区域。

[0135] 加法动作区域Aat既可以是对机器人20执行的全部作业的动作区域Aa进行加法运算而得到的区域,也可以是对包含多个作业在内的一部分作业的动作区域Aa进行加法运算而得到的区域。

[0136] 控制器30也可以通过第一照射部向对各个作业A~C的动作区域Aaa~Aac进行加法运算而得到的加法动作区域Aat照射红色光,并通过第二照射部向对各个作业A~C的潜在区域Apa~Apc进行加法运算而得到的加法潜在区域Apt中、未包含于加法动作区域Aat内的区域照射黄色光。根据这样的结构,能够使人有所区别地目视识别出机器人20的加法动作区域Aat与加法潜在区域Apt。

[0137] 第三实施方式

[0138] 接下来,对于第三实施方式,主要说明与第一实施方式不同之处。如图14所示,在本实施方式中,机器人系统100具备以相邻的方式设置在地板50上的多个机器人20A~20D以及PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器)110。PLC110具备CPU、ROM、RAM等,是控制机器人20A~20D的各个控制器30的上层控制器。其他的结构与第一实施方式相同。

[0139] 机器人20A~20D具备与第一实施方式的机器人20相同的结构,通过各个控制器30(省略图示)进行控制。而且,机器人20A~20D分别执行规定作业。与第一实施方式相同,机器人20A~20D的各个控制器30分别向动作区域Raa~Rad照射红色光,并分别向潜在区域Rpa~Rpd照射黄色光。作业人员m分别靠近机器人20A~20D执行作业。作业人员m能够目视识别动作区域Raa~Rad以及潜在区域Rpa~Rpd。

[0140] 机器人20A~20D在具备作为主照射部的照射部41的基础上,还具备副照射部,该副照射部照射与照射部41所照射的可见光不同的可见光。具体而言,主照射部具备照射红

色光的第一照射部以及照射黄色光的第二照射部,副照射部照射绿色光。副照射部具备与第一照射部和第二照射部相同的结构,具体而言具备多个绿色LED。

[0141] 在以相邻的方式设置的机器人中,将一个的机器人作为第一机器人,将另一个的机器人作为第二机器人。而且,将第一机器人的主照射部作为第一主照射部,将第二机器人的主照射部作为第二主照射部。另外,将第一机器人的副照射部作为第一副照射部,将第二机器人的副照射部作为第二副照射部。进一步,将第一机器人的动作区域作为第一动作区域,将第二机器人的动作区域作为第二动作区域。另外,将第一机器人的强制停止部作为第一强制停止部,将第二机器人的强制停止部作为第二强制停止部。将第一机器人的潜在区域作为第一潜在区域,将第二机器人的潜在区域作为第二潜在区域。

[0142] 在此,存在着第二潜在区域比第一动作区域加上第一潜在区域的区域更大的情况。例如,在图14中,当作业人员m位于机器人20B的附近时,机器人20A(第二机器人)的潜在区域 $R_{pa}$ 比机器人20B(第一机器人)的动作区域 $R_{ab}$ 加上潜在区域 $R_{pb}$ 的区域更大。在这种情况下,如果作业人员m以为潜在区域 $R_{pa}$ 与潜在区域 $R_{pb}$ 的大小是相同程度而靠近机器人20A,则作业人员m有可能进入潜在区域 $R_{pa}$ 。

[0143] 因此,在本实施方式中,在统一基准将第二潜在区域以及第二动作区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,根据第二潜在区域以及第二动作区域从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域,设定预报区域。而且,PLC110通过控制器30,由副照射部向预报区域照射绿色光。

[0144] 图15是表示向动作区域、潜在区域以及预报区域照射可见光的处理步骤的流程图。在机器人20A~20D开始进行规定作业之前,即在机器人20A~20D均没有开始进行作业的状态下,通过PLC110以及各个控制器30执行该一系列的处理。

[0145] 首先,计算各个机器人20A~20D的规定作业中的动作空间(S31)。计算一个机器人的规定作业中的动作空间的方法与图4的S11的处理相同。计算各个机器人20A~20D的规定作业中的动作区域 $R_{aa} \sim R_{ad}$ (S32)。计算一个机器人的规定作业中的动作区域的方法与图4的S12的处理相同。计算各个机器人20A~20D的规定作业中的潜在空间(S33)。计算一个机器人的规定作业中的潜在空间的方法与图4的S13的处理相同。计算各个机器人20A~20D的规定作业中的潜在区域 $R_{pa} \sim R_{pd}$ (S34)。计算一个机器人的规定作业中的潜在区域的方法与图4的S14的处理相同。

[0146] 接下来,在统一基准将第二潜在区域以及第二动作区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,根据第二潜在区域以及第二动作区域从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域,计算预报区域 $R_f$ (S35)。具体而言,统一机器人之间的基准位置(例如基准坐标),从对第二潜在区域以及第二动作区域进行加法运算而得到的区域中,减去对第一动作区域以及第一潜在区域进行加法运算而得到的区域,并将通过该减法运算得到的区域的规定比例作为预报区域计算出来。当在第一机器人的两侧存在第二机器人时,考虑两侧的第二机器人的第二潜在区域以及第二动作区域。

[0147] 接下来,向各个机器人20A~20D的动作区域 $R_{aa} \sim R_{ad}$ 照射红色光(S36)。向动作区域照射红色光的方法与图4的S15的处理相同。

[0148] 接下来,向各个机器人20A~20D的潜在区域 $R_{pa} \sim R_{pd}$ 照射黄色光(S37)。向潜在区域照射黄色光的方法与图4的S16的处理相同。

[0149] 接下来,通过副照射部向预报区域Rf照射绿色光(S38)。之后,结束该一系列的处理(结束)。此外,每当因作业人员m的移动而切换第一机器人时,都执行S35、S38的处理。

[0150] 而且,如图16所示,例如,当作业人员m位于机器人20B的附近时,机器人20A~20D在与机器人20B相对应地向预报区域Rfb照射绿色光的状态下,执行规定作业。此外,例如,当作业人员m位于机器人20D的附近时,机器人20A~20D在与机器人20D相对应地向预报区域Rfd照射绿色光的状态下,执行规定作业。

[0151] 以上详细说明的本实施方式具有以下优点。此外,在此只说明与第一实施方式以及第二实施方式不同的优点。

[0152] 在统一基准将第二潜在区域以及第二动作区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,根据第二潜在区域以及第二动作区域从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域,设定预报区域Rf。而且,通过副照射部向预报区域Rf照射绿色光。因此,能够使位于第一机器人附近的人预先意识到第二潜在区域比第一潜在区域大。因此,当位于第一机器人附近的作业人员m靠近第二机器人时,能够抑制作业人员m进入第二潜在区域。

[0153] 此外,第三实施方式也可以以如下方式变形实施。

[0154] 副照射部既可以照射黄色光,也可以照射红色光。即,副照射部也可以照射与主照射部相同的可见光。即使在该情况下,也能够使位于第一机器人附近的人预先对比第一潜在区域更大的区域产生警觉。

[0155] 第二机器人执行规定作业的执行速度越快,机器人系统100异常时的第二机器人的潜在空间(第二潜在空间)越大。因此,PLC110以及控制器30将第二机器人执行规定作业的执行速度高于规定速度时的第二潜在区域设定为,比执行速度低于所述规定速度时的第二潜在区域大。根据这样的结构,能够根据第二机器人的执行速度确切地设定第二潜在区域的大小。进而,在统一基准将第二动作区域以及第二潜在区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,能够确切地设定预报区域,该预报区域是根据第二动作区域以及第二潜在区域从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域而设定的。

[0156] 第二机器人执行规定作业的执行加速度越大,动作速度越快,因此机器人系统100异常时的第二潜在空间越大。因此,PLC110以及控制器30将第二机器人执行规定作业的执行加速度高于规定加速度时的第二潜在区域设定为,比执行加速度低于所述规定加速度时的第二潜在区域大。根据这样的结构,能够根据第二机器人的执行加速度确切地设定第二潜在区域的大小。进而,在统一基准将第二动作区域以及第二潜在区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,能够确切地设定预报区域,该预报区域是根据第二动作区域以及第二潜在区域从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域而设定的。

[0157] 在第二机器人执行规定作业的过程中,根据相对于第二动作区域的第二机器人的当前动作位置,机器人系统100异常时的第二潜在空间会发生变化。例如,当当前动作位置位于第二动作区域的中央附近时,第二潜在空间变小,当当前动作位置位于第二动作区域的端部附近时,第二潜在空间变大。因此,PLC110以及控制器30可以在第二机器人执行规定作业的过程中,使第二潜在区域能够根据相对于第二动作区域的第二机器人的当前动作位置变化。根据这样的结构,能够根据相对于第二动作区域的第二机器人的当前动作位置确切地改变第二潜在区域以及预报区域。进一步,伴随着第二机器人的当前动作位置的变化,所显示的预报区域发生变化,因此,与预报区域不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0158] 在第二机器人执行规定作业的过程中,根据相对于第二动作区域的机器人的当前动作方向,机器人系统100异常时的第二潜在空间会发生变化。例如,当当前动作方向是朝向第二动作区域的中央的方向时,第二潜在空间变小,当当前动作方向是朝向第二动作区域的端部的方向时,第二潜在空间变大。因此,PLC110以及控制器30可以在第二机器人执行规定作业的过程中,使第二潜在区域能够根据相对于第二动作区域的第二机器人的当前动作方向变化。根据这样的结构,能够根据相对于第二动作区域的第二机器人的当前动作方向确切地改变第二潜在区域以及预报区域。进一步,伴随着第二机器人的当前动作方向的变化,所显示的预报区域发生变化,因此,与预报区域不变的情况相比,能够引起人的注意。

[0159] 根据第二机器人的减速特性,机器人系统100异常时的第二潜在空间会发生变化。例如,当第二机器人的减速特性是容易减速的特性时,第二潜在空间变小,当是不易减速的特性时,第二潜在空间变大。因此,PLC110以及控制器30也可以根据第二机器人的减速特性设定第二潜在区域。根据这样的结构,由于根据第二机器人的减速特性设定第二潜在区域以及预报区域,因此能够提高所设定的预报区域的精度。

[0160] 在机器人20A~20D的规定作业中,作为以可目视识别的方式显示动作区域和潜在区域的方式,也可以在可进行组合的范围内应用第一实施方式的其他各个变形例。

[0161] 机器人20A~20D也可以分别执行多个作业。在这种情况下,在各个作业中,作为以可目视识别的方式显示动作区域和潜在区域的方式,能够在可进行组合的范围内应用第二实施方式及其各个变形例。

[0162] 存在着第二动作区域比第一动作区域大的情况。在这种情况下,如果作业人员m以为第二动作区域与第一动作区域的宽度是相同程度而靠近第二机器人,则作业人员m有可能进入第二动作区域。因此,PLC110以及控制器30通过第一照射部向第一动作区域照射红色光,并在统一基准将第二动作区域重叠于第一动作区域的情况下,根据从第一动作区域中脱离的区域设定预报区域Rf。而且,还能够通过副照射部向预报区域Rf照射绿色光。根据这样的结构,能够使位于第一机器人附近的作业人员m预先意识到第二动作区域比第一动作区域大。因此,当位于第一机器人附近的作业人员m靠近第二机器人时,能够抑制作业人员m进入第二动作区域。

[0163] 存在着第二动作区域比第一动作区域加上第一潜在区域的区域更大的情况。在这种情况下,如果作业人员m警惕与第一动作区域加上第一潜在区域的区域相同程度的大小的区域而靠近第二机器人,则人有可能进入第二动作区域。因此,PLC110以及控制器30能够在统一基准将第二动作区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,根据第二动作区域从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域,设定预报区域。根据这样的结构,位于第一机器人附近的人靠近第二机器人时,能够抑制人进入第二动作区域。

[0164] 机器人20A~20D并不仅限于同一型号,也可以包含不同型号的机器人。

[0165] 机器人20A~20D并不仅限于以朝向一致的方式设置的结构,也可以是设置成不同朝向的结构。在这种情况下,也可以在统一基准将第二动作区域以及第二潜在区域重叠于第一动作区域以及第一潜在区域的情况下,根据从第一动作区域以及第一潜在区域中脱离的区域,设定预报区域。另外,也可以在统一基准将第二动作区域重叠于第一动作区域的情况下,根据从第一动作区域中脱离的区域,设定预报区域。



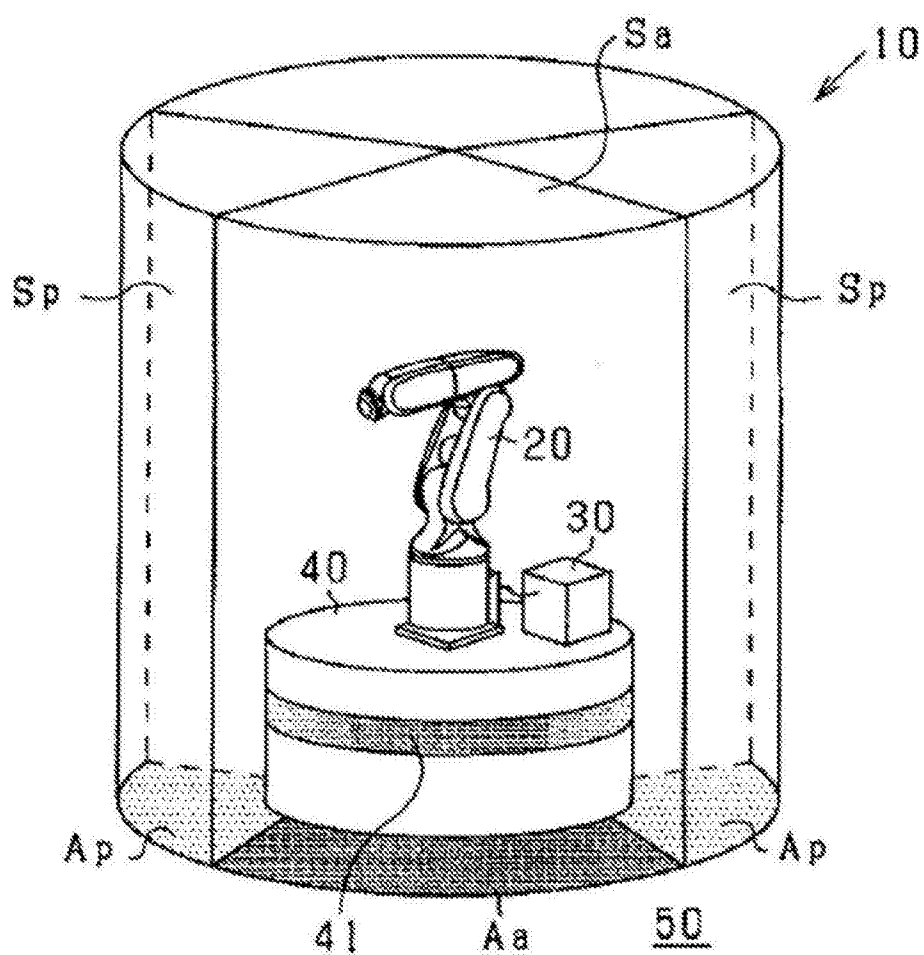


图1

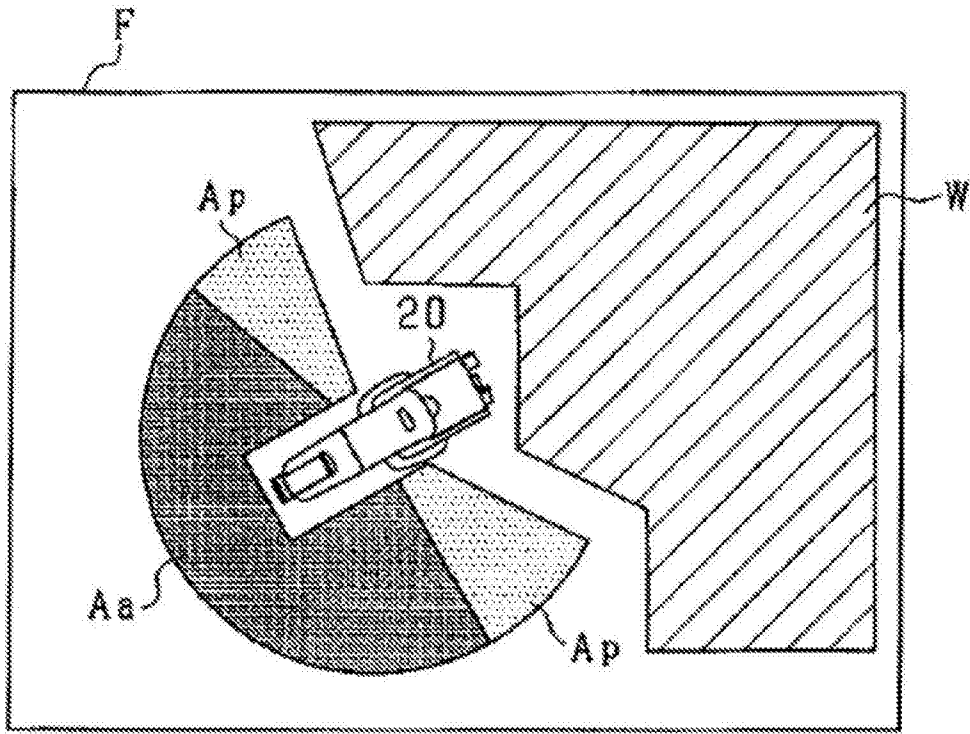


图2

(a) 机器人的执行速度：100%

(b) 机器人的执行速度：50%

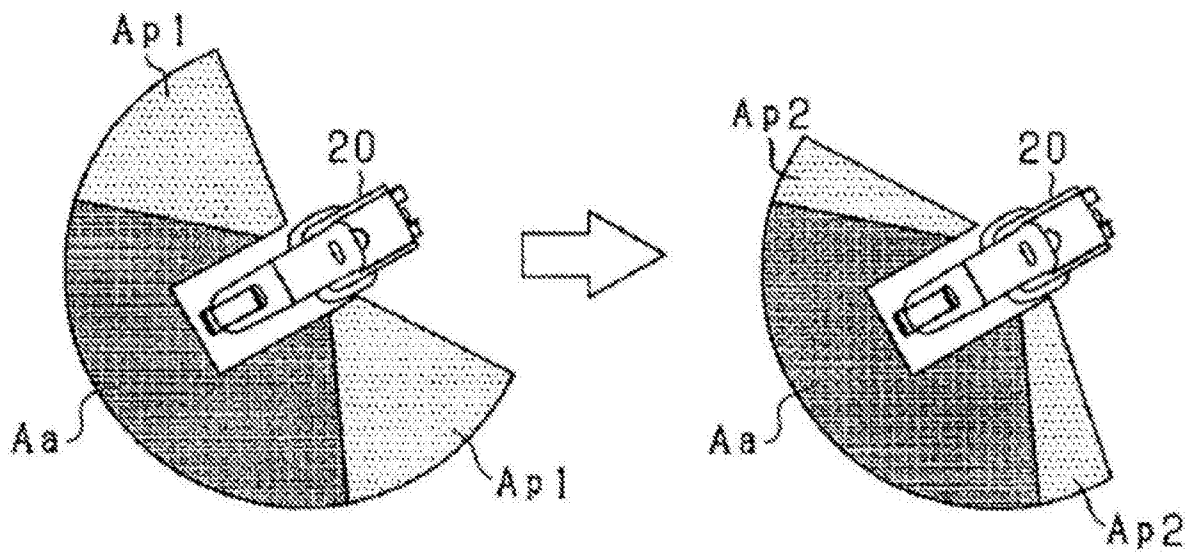


图3

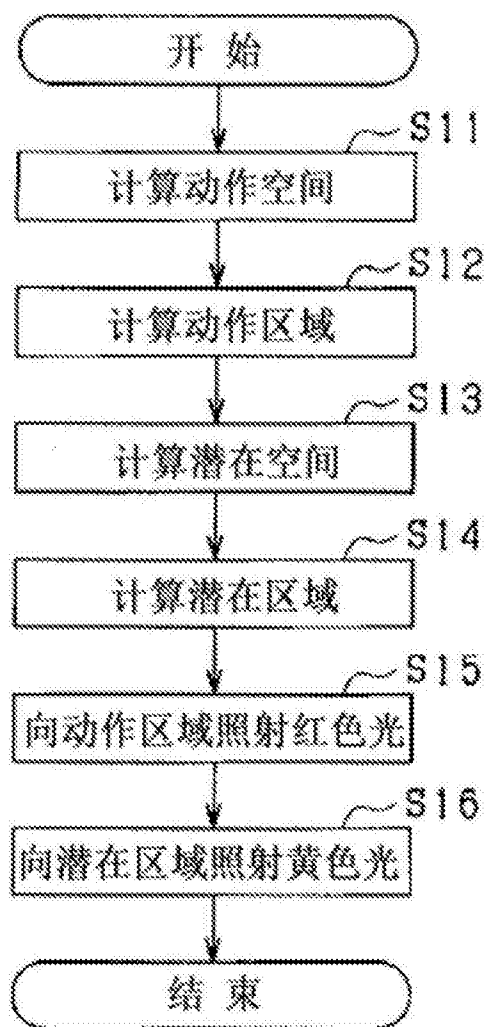
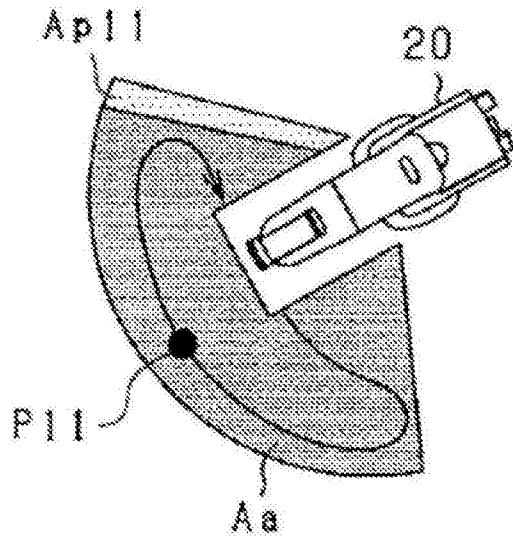


图4

(a) 动作位置:P11



(b) 动作位置:P12

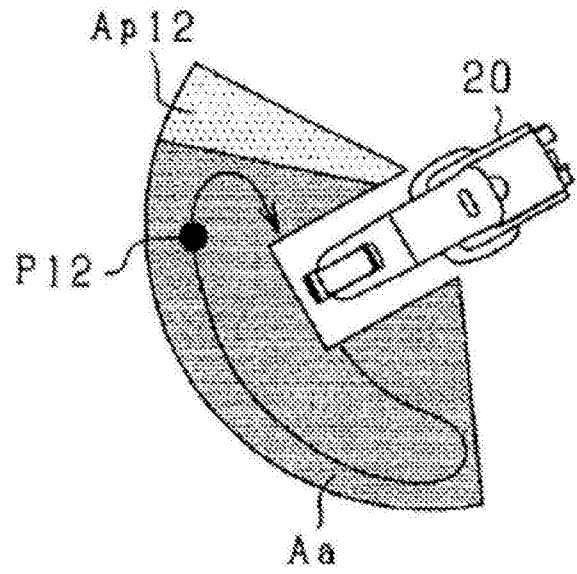
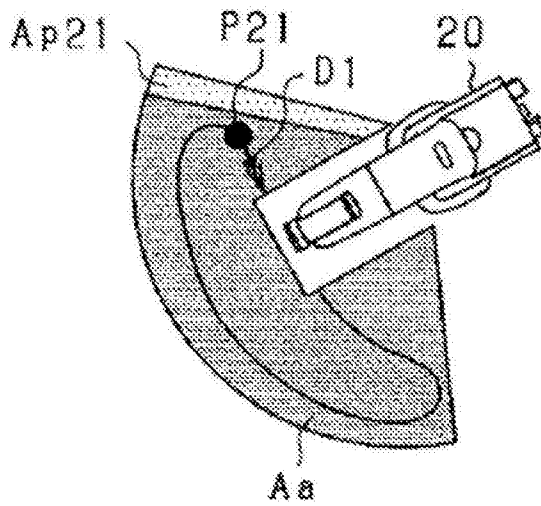


图5

(a) 动作方向:D1



(b) 动作方向:D2

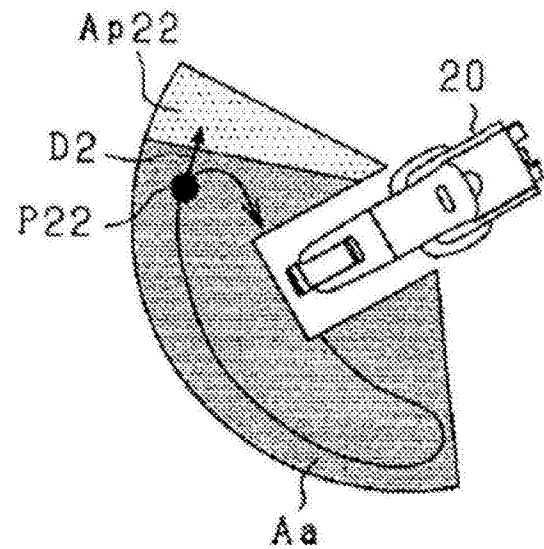


图6

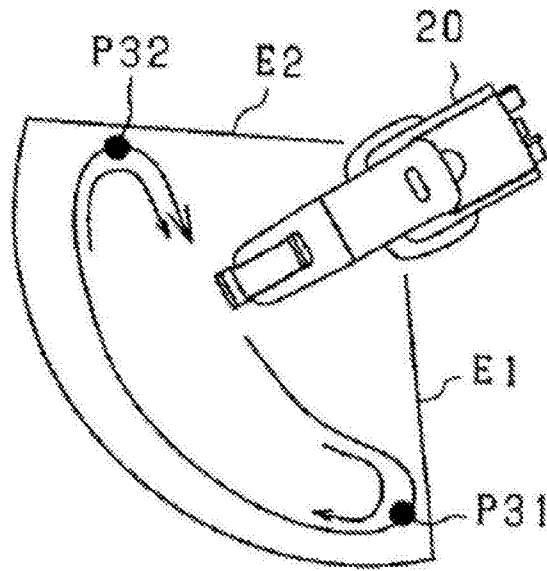


图7

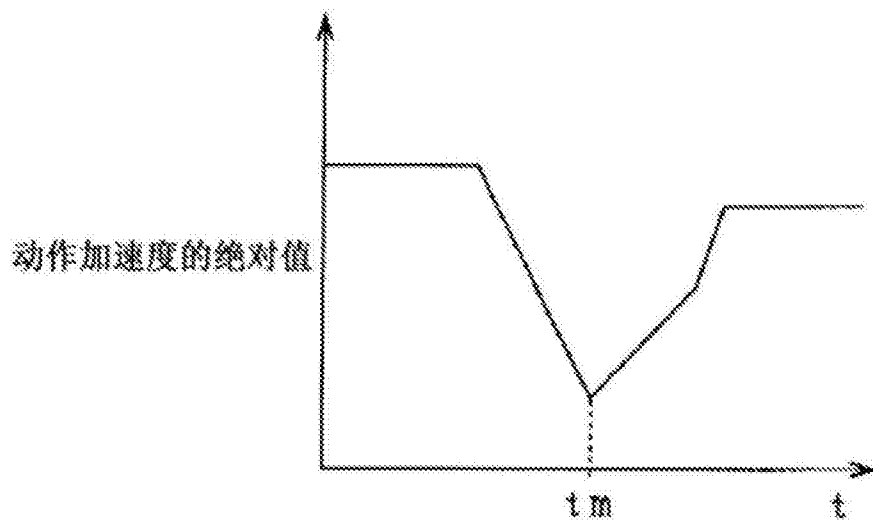


图8

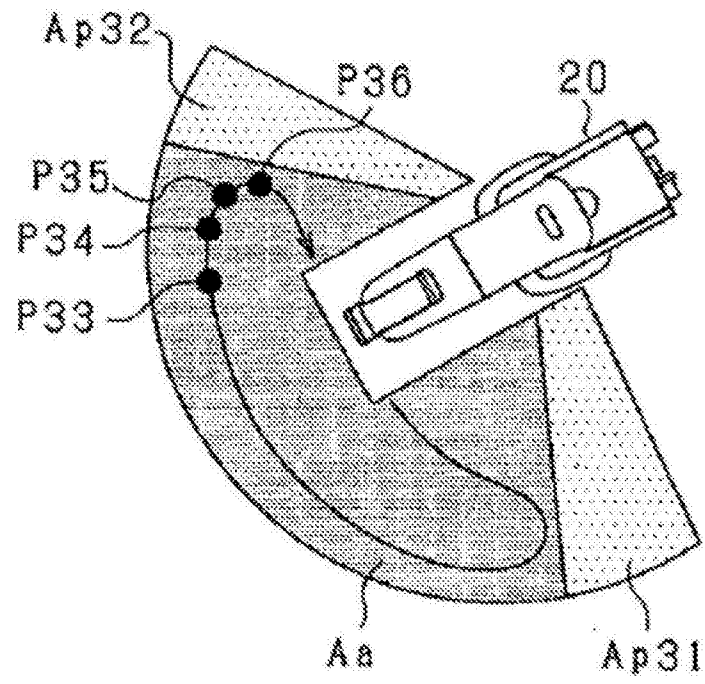


图9

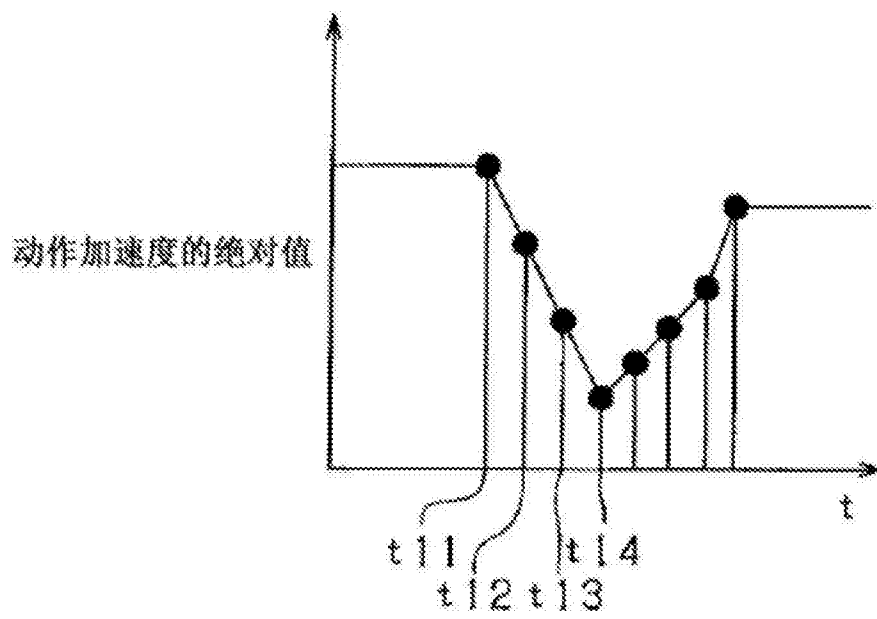


图10

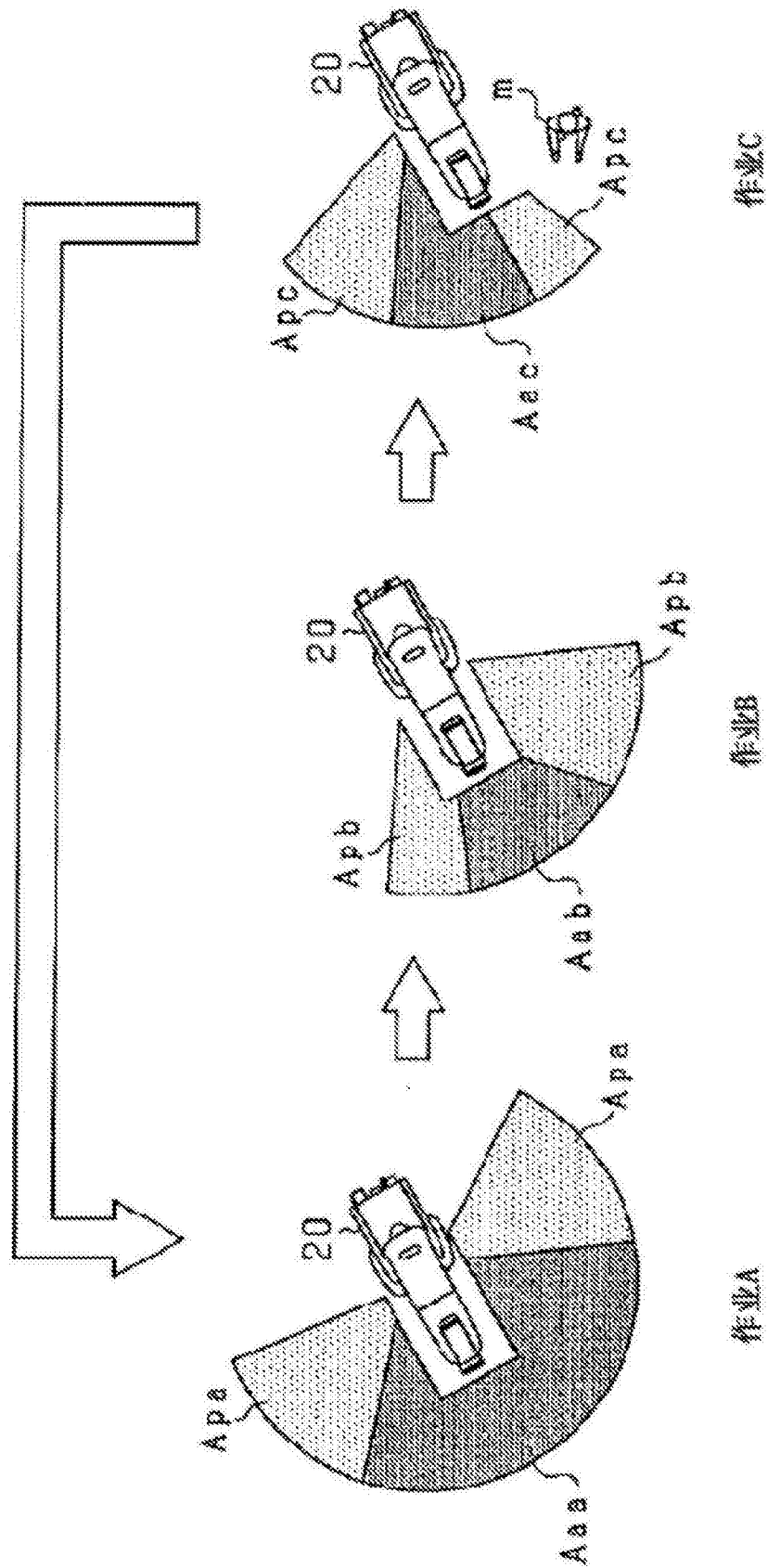


图11

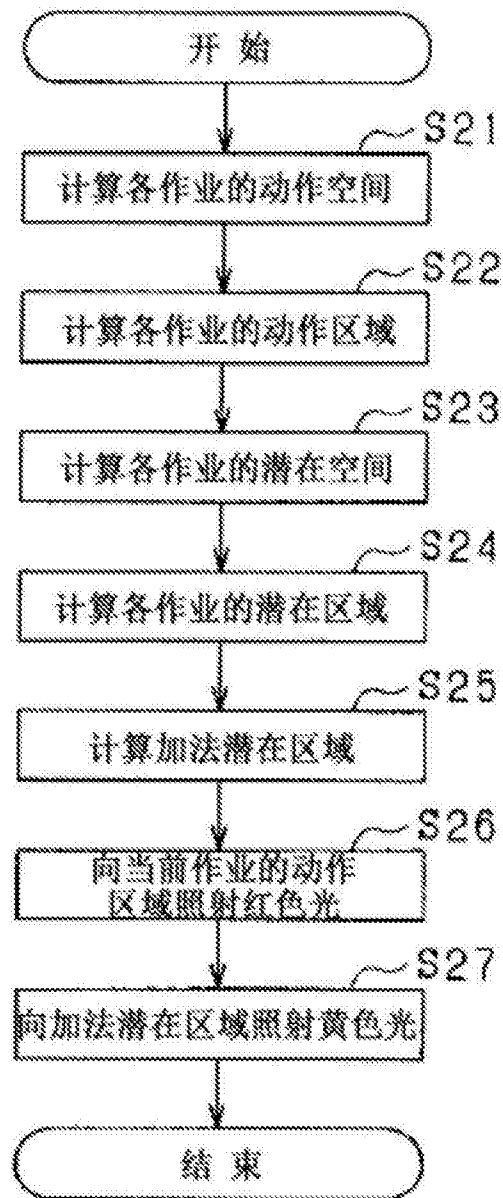


图12



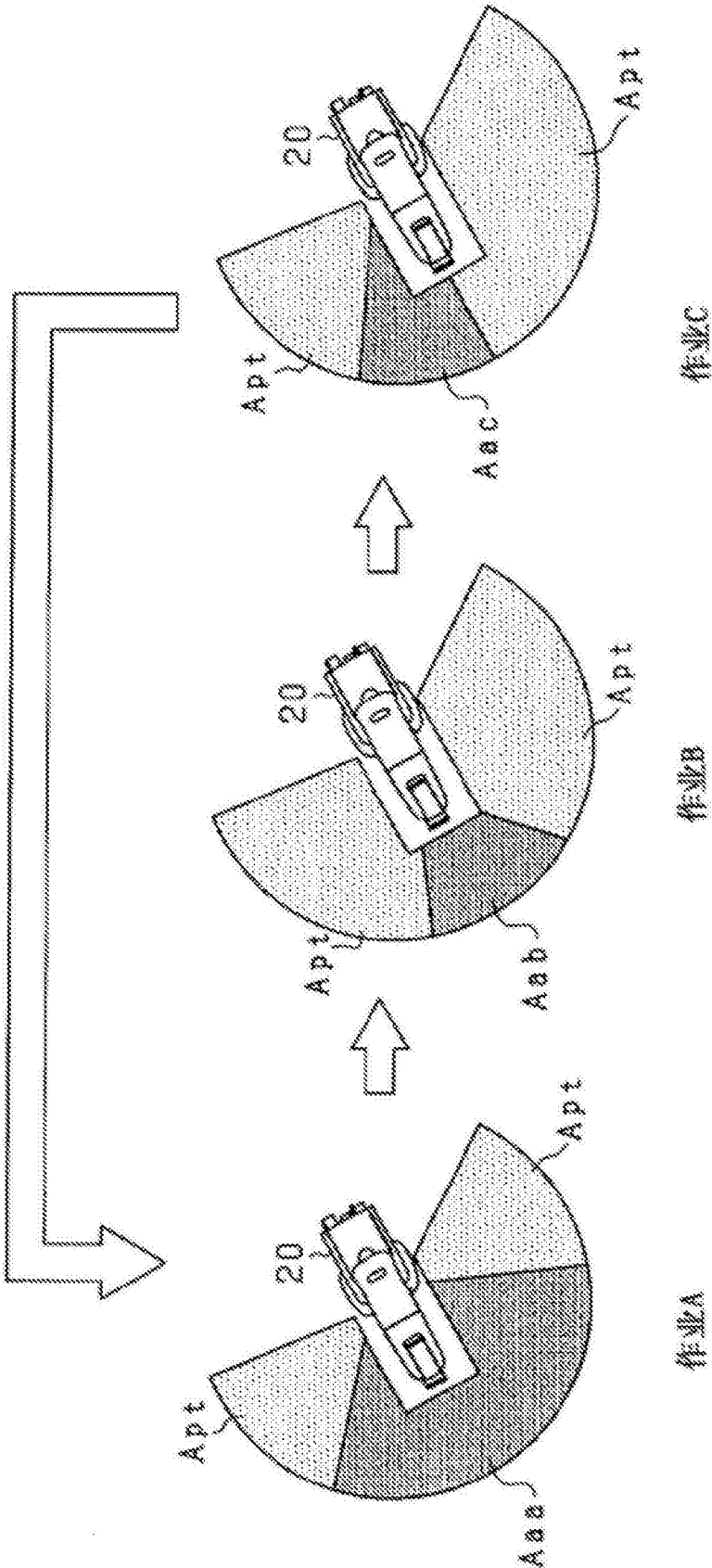


图13

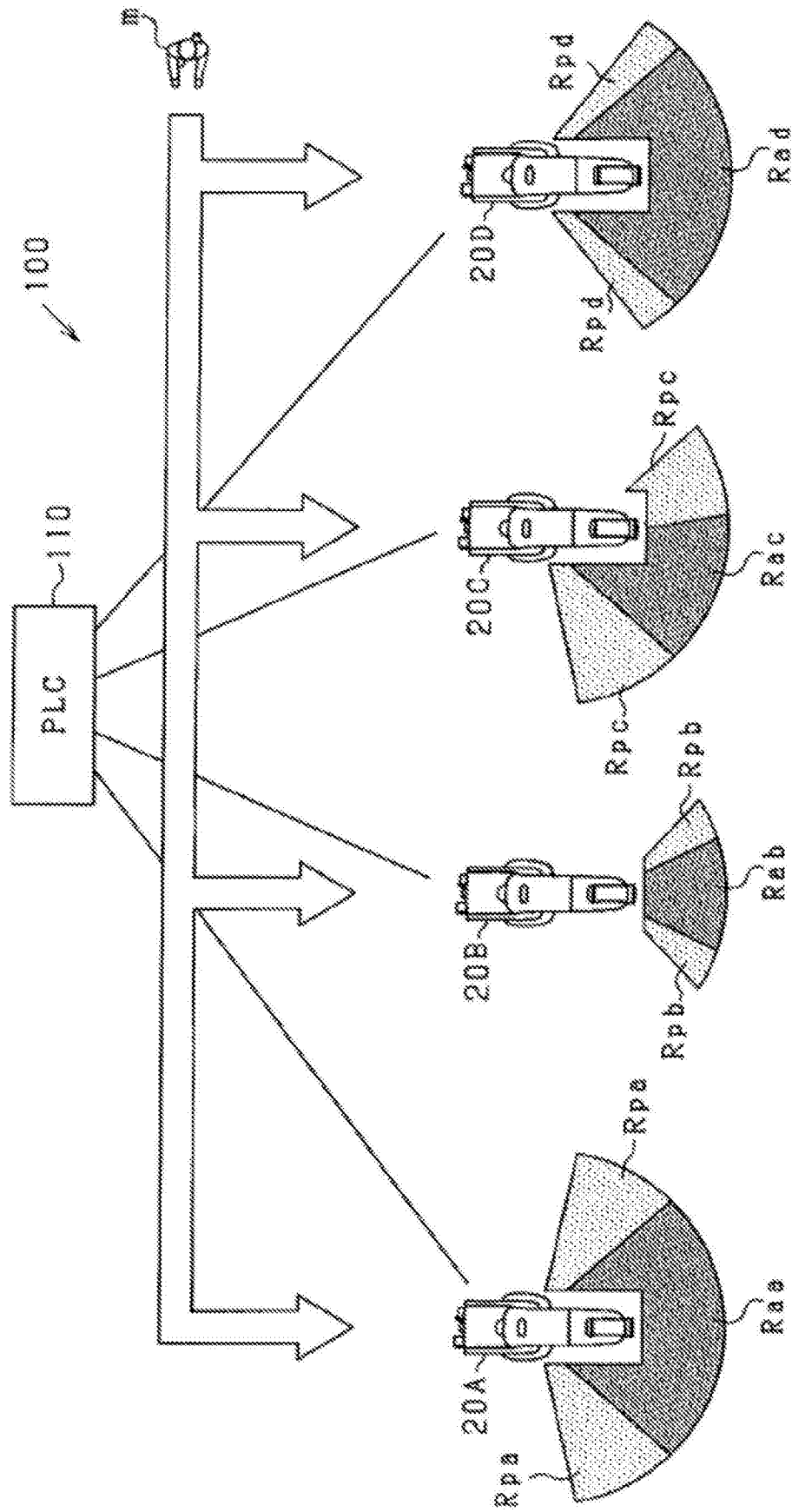


图14

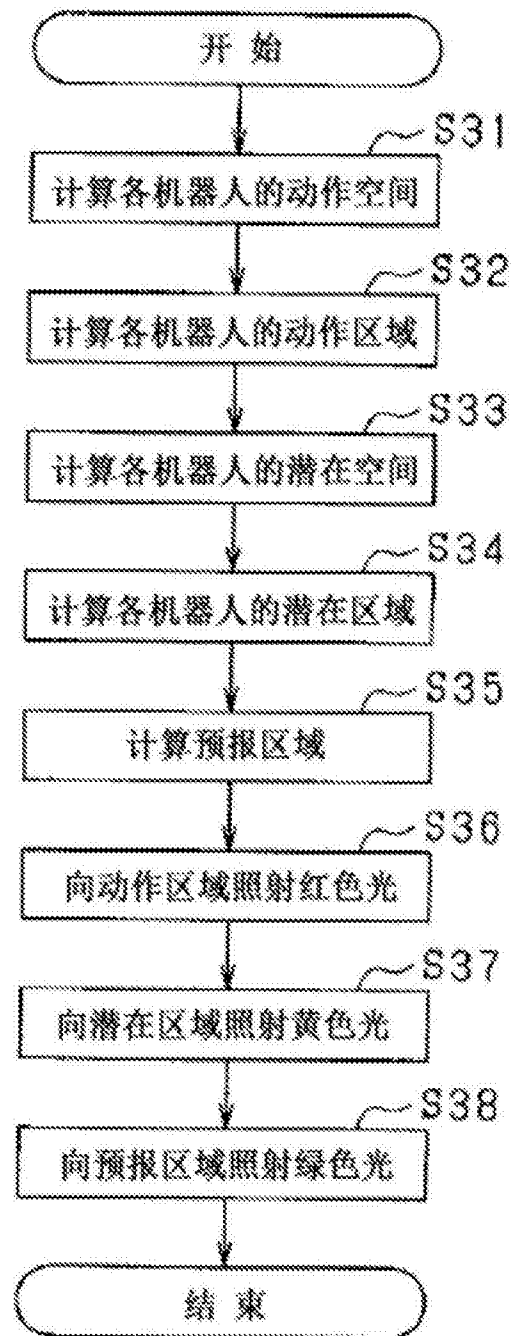


图15

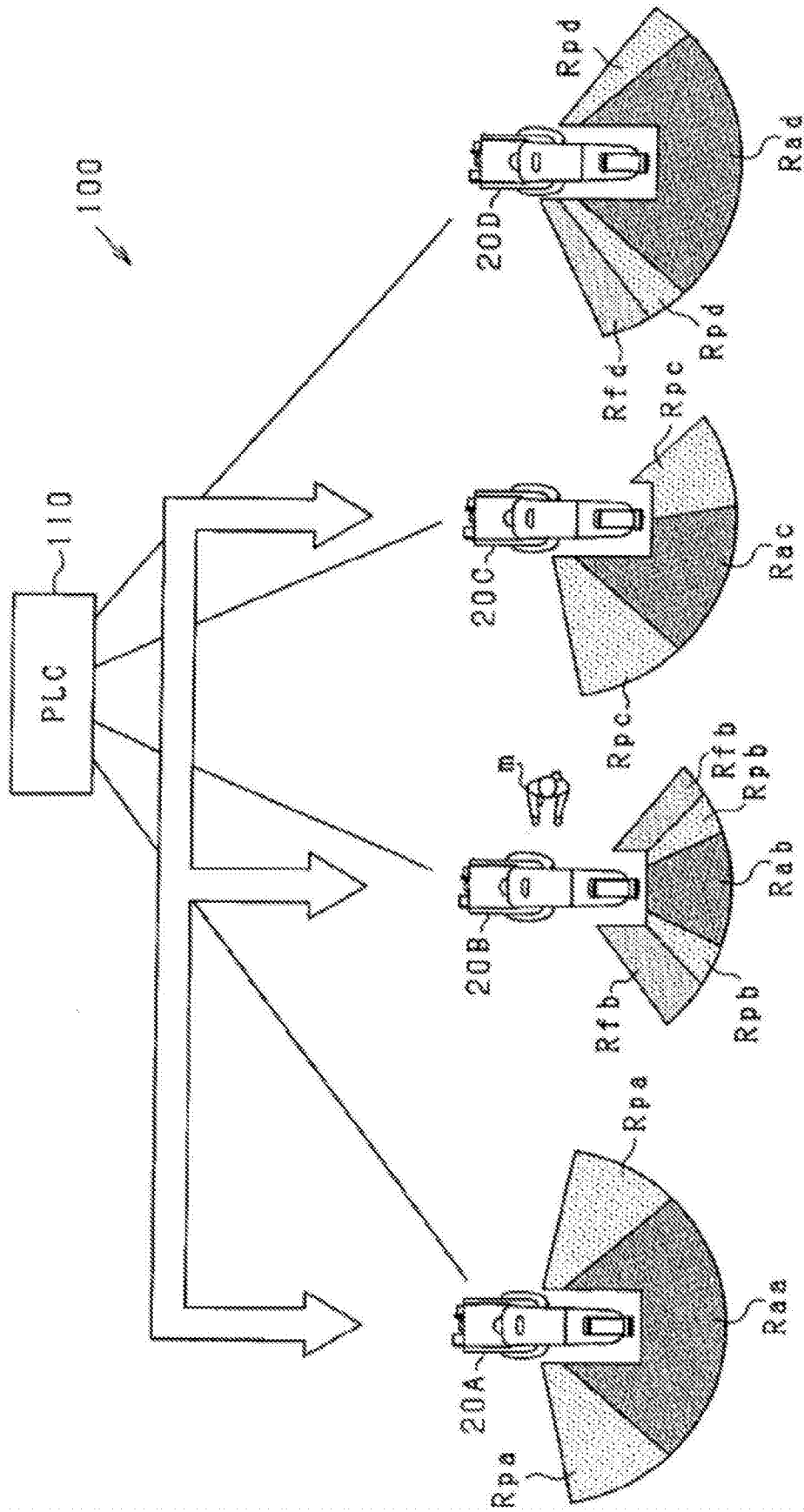


图16