



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108687758 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 05

(21) 申请号 201810245956.6

(22) 申请日 2018.03.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108687758 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(30) 优先权数据
2017-078179 2017.04.11 JP

(73) 专利权人 日本电产三协株式会社
地址 日本长野县

(72) 发明人 金子实

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
代理人 周全 张鑫

(51) Int.Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 13/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6092004 A, 2000.07.18

CN 105437235 A, 2016.03.30

CN 105922256 A, 2016.09.07

JP 5550201 B2, 2014.07.16

JP 2015123517 A, 2015.07.06

审查员 刘洋洋

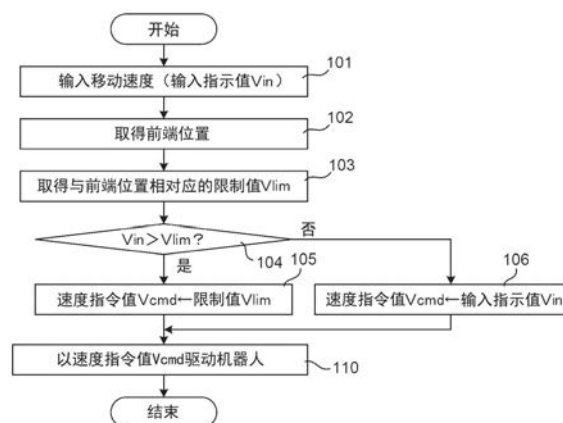
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

机器人的移动速度控制装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种机器人的移动速度控制装置,在存在移动得比机器人的前端快的部分(例如关节部)的情况下,进一步提高机器人的示教时的安全性。在直角坐标系中控制作为水平多关节机器人的机器人进行示教时,使用基于机器人的前端在直角坐标系中的坐标而确定的不同的限制值,在关于移动速度的输入指示值高于限制值时,根据以该限制值限制了输入指示值的移动速度使机器人移动。



1. 一种移动速度控制装置,其控制作为水平多关节机器人的机器人,所述机器人至少具备:本体部;第一臂,其一端侧与所述本体部连接;第一电动机,其使所述第一臂相对于所述本体部转动;第二臂,其一端侧与所述第一臂的另一端侧连接;第二电动机,其使所述第二臂相对于所述第一臂转动,其中,

所述移动速度控制装置具备控制部,其在直角坐标系中控制所述机器人,进行所述机器人的示教时,使用基于所述机器人的所述第二臂侧的前端在所述直角坐标系中的坐标而定的不同的限制值,在关于移动速度的输入指示值高于所述限制值时,根据以该限制值限制了所述输入指示值的移动速度使所述机器人移动,

以所述第一臂的所述一端侧为原点,通过根据表示所述第二臂侧的前端距所述原点多远的指标单调递增的函数确定所述限制值。

2. 根据权利要求1所述的移动速度控制装置,其中,

在所述机器人的移动中,在当前的移动速度高于基于所述前端的当前位置的限制值时,所述控制部根据基于所述前端的当前位置的限制值,更新所述机器人的移动速度。

3. 根据权利要求1所述的移动速度控制装置,其中,

所述控制部在指示所述机器人的移动的操作的持续期间,根据在所述期间开始时进行了限制的所述移动速度使所述机器人移动,在所述操作结束之后重新开始所述操作的情况下,基于所述重新开始时的所述前端的所述坐标,限制所述移动速度。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的移动速度控制装置,其中,

所述移动速度控制装置作为与所述机器人的机器人控制器连接的示教机而构成,所述示教机具有存储记述与所述坐标相对应的所述限制值的参数表的辅助存储部,所述控制部使用参照所述参数表而获得的所述限制值来限制所述输入指示值。

5. 根据权利要求4所述的移动速度控制装置,其中,

在所述示教机与所述机器人控制器连接时,所述参数表被从所述机器人控制器读入所述辅助存储部。

6. 一种移动速度控制方法,控制作为水平多关节机器人的机器人,所述机器人至少具备:本体部;第一臂,其一端侧与所述本体部连接;第一电动机,其使所述第一臂相对于所述本体部转动;第二臂,其一端侧与所述第一臂的另一端侧连接;第二电动机,其使所述第二臂相对于所述第一臂转动,其中,

在直角坐标系中控制所述机器人进行所述机器人的示教时,使用基于所述机器人的所述第二臂侧的前端在所述直角坐标系中的坐标而定的不同的限制值,在关于移动速度的输入指示值高于所述限制值时,根据以该限制值限制了所述输入指示值的移动速度使所述机器人移动,

以所述第一臂的所述一端侧为原点,通过根据表示所述第二臂侧的前端距所述原点多远的指标单调递增的函数确定所述限制值。

7. 根据权利要求6所述的移动速度控制方法,其中,

在所述机器人的移动中,在当前的移动速度高于基于所述前端的当前位置的限制值时,根据基于所述前端的当前位置的限制值,更新所述机器人的移动速度。

8. 根据权利要求6所述的移动速度控制方法,其中,

在指示所述机器人的移动的操作的持续期间,根据在所述期间开始时进行了限制的所

述移动速度使所述机器人移动,在所述操作结束后重新开始所述操作的情况下,基于所述重新开始时的所述前端的所述坐标,限制所述移动速度。

机器人的移动速度控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在教学对产业用机器人进行示教(教学)时限制机器人的移动速度的移动速度控制装置及方法。

背景技术

[0002] 在示教再现型机器人中,需要预先对机器人示教使机器人执行的动作。在对水平多关节机器人进行作业位置的示教的情况下,在直角坐标系(XYZ坐标系)中进行操作,机器人的移动速度由作业点(成为示教的对象的点,通常为臂的前端)的线速度进行指定。如果是通常的动作,人不会进入机器人的动作空间,也不会对作业者带来危害,但在对机器人进行示教时,进行示教的作业者(也称作教学者)就要接近机器人,有可能因机器人的动作而对教学者带来危害。特别是在被称为腔室等的窄空间内搬运物品的所谓搬运机器人的示教中,因为教学者进入该腔室内进行示教,所以机器人与教学者碰撞的可能性变高。为了消除这种危害的可能性,要求将示教时的机器人的前端的移动速度设为规定的上限速度(例如250mm/秒)以下。

[0003] 专利文献1中公开有一种技术,设置检测教学者的位置的探测装置,在教学者接近机器人时,使机器人的动作速度自动降低。专利文献2中公开有一种技术,检测机器人臂的前端部的加速度及速度,在其中任一方大于规定值的情况下,使机器人紧急停止。专利文献3中公开有一种方法,计算用于驱动各轴的指令速度,以便在示教时将机器人的前端的移动速度限制在规定的上限速度以下,同时使机器人的前端以尽可能接近由来自示教装置的操作指令所指示的速度的速度移动。专利文献4中公开有一种技术,虽然不是有关示教时的安全确保的技术,但在对机器人的各轴确定了额定速度时,基于在示教中赋予的机器人前端的速度数据来计算各轴的速度,在超过任一个轴的额定速度时,对速度数据进行修正。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2004/009303号

[0007] 专利文献2:日本特开平6-91587号公报

[0008] 专利文献3:日本特开平9-193060号公报

[0009] 专利文献4:日本特开平5-233052号公报

发明内容

[0010] 发明所要解决的技术问题

[0011] 如专利文献1所记载,检测教学者的位置的方法,因为需要探测装置,所以容易大型化,另外成本也容易上升。想要在不设置检测教学者的位置的探测装置的情况下确保教学者的安全的方法,基本上是将机器人的前端的速度设为规定的上限速度以下。但是,例如,如果考虑将两个臂连结使这些臂均可以在水平面(XY平面)内移动的水平多关节机器人,有时与机器人的前端相比,臂间的连结位置(即关节)以高速移动。虽然也能够逐一计算

关节的速度并限制机器人的移动速度,但运算处理的负担较大。因此,理想的是,考虑具有以高速移动的可能性的关节,以简单的机构就可以限制示教时的机器人的移动速度。

[0012] 本发明的目的在于,提供一种在存在移动得比机器人的前端快的部分的情况下,能够以简单的机构进一步提高该机器人的示教时的安全性的移动速度控制装置及方法。

[0013] 解决技术问题所采用的技术方案

[0014] 本发明提供一种移动速度控制装置,其控制作为水平多关节机器人的机器人,所述机器人至少具备:本体部;第一臂,其一端侧与本体部连接;第一电动机,其使第一臂相对于本体部转动;第二臂,其一端侧与第一臂的另一端侧连接;第二电动机,其使所述臂相对于第一臂转动,其中,移动速度控制装置具备控制部,其在直角坐标系中控制机器人,进行水平多关节机器人的示教时,使用基于机器人的第二臂侧的前端在直角坐标系中的坐标确定而定的不同的限制值,在关于移动速度的输入指示值高于限制值时,根据以该限制值限制了输入指示值的移动速度使机器人移动。

[0015] 本发明提供一种方法,控制作为水平多关节机器人的机器人,机器人至少具备:本体部;第一臂,其一端侧与本体部连接;第一电动机,其使第一臂相对于本体部转动;第二臂,其一端侧与第一臂的另一端侧连接;第二电动机,其使第二臂相对于第一臂转动,其中,在直角坐标系中控制机器人进行机器人的示教时,使用基于机器人的第二臂侧的前端在直角坐标系中的坐标确定而定的不同的限制值,在关于移动速度的输入指示值高于限制值时,根据以该限制值限制了输入指示值的移动速度使机器人移动。

[0016] 在基于直角坐标系的控制下使水平多关节机器人的前端移动时,有时两个臂的连结部的移动轨迹增大,该连结部(机器人的关节部或肘)以高速动作。该动作对于教学者而言是无法预期的动作,教学者有可能无法回避,但通过利用基于前端在直角坐标系中的坐标确定而定的限制值对移动速度进行限制,能够提高对于接近机器人的教学者的安全性。限制值例如可以确定按照前端和直角坐标系的原点的距离越短其越小的方式来确定。或者,例如可以如下确定,即,将前端的坐标设为 (x, y) , $|x|$ 和 $|y|$ 中大的一方越小,限制值越小。

[0017] 在本发明中,可以是,以第一臂的一端侧为原点,包含原点在内,与前端的可移动范围平行的平面被分割成多个区域,对每个区域确定单一的限制值。通过这样确定限制值,与运算每个关节的角速度进行移动速度的限制的情况相比,能够减小运算负荷。作为区域的划分方法,可以设定为由包含原点在内,以与前端的可移动范围平行的平面上的原点为中心的长方形划定的区域。在这样设定了区域的情况下,前端的位置的XY坐标为 (x, y) ,只应用相对于 x 及 y 的比较式或求取 x 及 y 的绝对值之和的式子即可确定限制值,运算负荷减轻。作为区域的划分方法的其它方法,也可以设为由以原点为中心的同心圆划定的区域。该情况下,虽然需要平方运算,但不会过度地限制移动速度。

[0018] 在本发明中,也可以是,在机器人的移动中,在当前的移动速度高于基于前端的当前位置的限制值时,根据基于前端的当前位置的限制值,更新机器人的移动速度。通过这样构成,例如在机器人的前端以接近原点的方式移动的情况下,能够进一步提高安全性。另外,在本发明中,也可以是,在指示机器人的移动的操作的持续期间,根据在期间开始时进行了限制的移动速度使机器人移动,在操作结束之后重新开始操作的情况下,基于重新开始时的前端的坐标,限制移动速度。在该结构中,每次在指示移动的操作重新开始时,都根

据此时的前端的位置来限制移动速度,因此,与逐一取得前端位置的情况相比,能够减小运算负荷,并且实质上能够进一步提高安全性。在此,指示机器人的移动的操作例如是按下设于示教机的按钮的操作,在按钮的按下中,机器人继续移动,手指离开按钮之后使机器人的移动停止。

[0019] 在本发明中,也可以是,移动速度控制装置作为与机器人的机器人控制器连接的示教机而构成,在示教机上设置存储记述与坐标相对应的限制值的参数表的辅助存储部,使用参照参数表而获得的限制值来限制输入指示值。通过这样构成,不对机器人控制器施加处理负荷,能够实现处理负荷的分散。另外,也可以是,在示教机与机器人控制器连接时,参数表被从机器人控制器读入辅助存储部。因为示教机为小型装置且可以与其它机器人共享,所以可以通过从机器人控制器将参数表读入示教机,而使用单一的示教机实施多机种机器人的示教,进一步提高了安全性。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明,在存在移动得比机器人的前端快的部分的情况下,通过简单机构进一步提高示教该机器人时的安全性。

附图说明

[0022] 图1是表示应用本发明的移动速度限制方法的机器人的结构的一个例子的图。

[0023] 图2是表示机器人控制器及示教机的结构的框图。

[0024] 图3是说明限制机器人的移动速度的处理的流程图。

[0025] 图4是表示参数表的内容的一个例子的图。

[0026] 图5是说明前端的位置和限制后的移动速度的关系的图。

[0027] 图6是说明限制机器人的移动速度的处理的其它例的流程图。

[0028] 图7是说明机器人的移动动作的一个例子的图。

[0029] 图8是说明机器人的移动动作的其它例的图。

[0030] 符号说明

[0031] 10…机器人、11…本体部、12、14、16…连结部、13、15…臂、17…手、22、24、26…电动机、30…机器人控制器、31…机器人驱动部、32…运算部、33、44…辅助存储部、40…示教机、43…控制部、50…电缆。

具体实施方式

[0032] 接着,参照附图对本发明的实施方式进行说明。在本发明中,在直角坐标系(XYZ坐标系)中操作来进行水平多关节机器人的示教时,基于机器人的前端和机器人中预先设定的原点0的位置关系,通过机器人的前端的位置(XY坐标)限制示教时的机器人的速度,使得在机器人的前端接近原点0时,使机器人以低速动作,在前端远离原点0时,机器人能够以高速动作。

[0033] 图1是表示在本发明的一实施方式中,应用了基于本发明的移动速度控制方法的机器人的一个例子的图,(a)是表示机器人10的可动部分的立体图,(b)是机器人10的机构图。在此,如图中箭头所示,确定直角坐标系(XYZ坐标系)。该机器人10是水平多关节机器人,具备由经由连结部14相互连接的第一臂13及第二臂15构成的臂部。第一臂13的基端侧

经由连结部12安装于本体部11,第一臂13能够以连结部12为中心在XY平面内转动。另外,就第二臂15而言,其基端侧经由连结部14与第一臂的前端侧连接,能够以连结部14为中心在XY平面内转动。进而,在第二臂15的前端侧,经由连结部16设有手17。连结部12、14、16均由例如圆筒接头、电动机及减速器等构成。机器人10用于物品的搬运等,手17通过连杆等、或通过电动机控制,在XY平面内总是朝向同一方向。即,手17在XY平面内只进行平行移动。手17的可移动范围为XY平面、或与XY平面平行的平面。在以下的说明中,忽略第一臂13或第二臂15的Z方向上的厚度,手17的可移动范围为XY平面。

[0034] 在机器人10中,还设有机器人控制器30,该机器人控制器30通过驱动设于机器人10内的电动机22、24、26、…而使机器人进行规定动作。在此,电动机22、24、26分别是例如内置于连结部12、14、16并用于臂13、15或手17的转动的电动机。

[0035] 在机器人控制器30上,经由电缆50连接有在进行机器人10的示教时由教学者操作的示教机40。机器人控制器30具有:具备驱动电动机22、24、26、…的驱动器等的机器人驱动部31、为了使机器人10执行规定动作而进行必要的计算的运算部32、由闪存等构成的辅助存储部33、经由电缆50与示教机40进行通信的通信部34。辅助存储部33存储机器人10的动作参数等作为参数文件,并存储示教结果等。

[0036] 示教机40具有由触摸面板、按钮、开关等构成且进行来自教学者的指令的输入的输入部41、由液晶显示器等构成且对于教学者进行信息的显示的显示部42、进行示教所需的运算和示教时进行机器人的控制的控制部43、由闪存等构成的辅助存储部44、经由电缆50与机器人控制器30进行通信的通信部34。辅助存储部44存储与机器人10的规格或动作条件相关的参数文件。示教机40本身可以在不同种类的机器人中共同使用,在与示教对象的机器人连接时从该机器人读入与该机器人相关的上述的参数文件,并将其存储于辅助存储部44。在本实施方式中,基于机器人10的前端的位置进行示教执行时的机器人的移动速度的限制,但如何限制移动速度,根据机器人的规格等而不同。于是,关于用于移动速度的限制的参数文件,预先针对每个机器人存储于该机器人的机器人控制器30的辅助存储部33,使得在连接上示教机40时,能够从机器人控制器30的辅助存储部33存储到示教机40的辅助存储部44。在本实施方式中,移动速度的限制的处理本身在示教机40中执行,限制后的移动速度指令从示教机40送入机器人控制器30,所以示教机40相当于基于本发明的移动速度限制装置。

[0037] 在该机器人10的示教中,将手17作为示教的对象,使手17向目标位置移动。如上所述,在XY平面内,手17只进行平行移动,因此,在直角坐标系中的移动速度贯穿手17的整体是相同的。因此,在以下的说明中,将手17和第二臂15之间的连结部14的位置作为机器人10的第二臂15的前端、即臂部的前端来对待,将该前端作为作业点,同时,基于直角坐标系中的该前端的位置即前端的坐标值,限制示教时的机器人10的移动速度。在图1所示的机器人10中,机器人10的作业点的位置由第一臂13及第二臂15两轴的旋转来确定。在此,当基于直角坐标系使作业点移动XY平面内的一定距离时,各臂13、15的旋转角度根据作业点是位于机器人10的作业区域的外周附近还是位于中心附近而大不相同。若考虑第一臂13和第二臂15之间的连结部14为臂部的肘或关节部,在作业区域的中心附近,即使前端部分的移动距离短且其移动速度慢,肘部分的动作有时也会高于教学者的预期地大且快速旋转。由于肘的部分的旋转以本体部11和第一臂13的连结部12为中心,因此在以下的说明中,以XY平面

中的该连结部12的位置为原点0。

[0038] 示教机40的控制部43基于向输入部41的输入,通过直角坐标系进行作业点即第二臂15的前端的位置的控制。此时,为了在示教时防止肘像这样大幅且快速地旋转,控制部43以基于第二臂15的前端在XY坐标系中的坐标确定而定的不同的上限值控制机器人10。将该上限值称为限制值。图3表示这种处理的具体例的程序。首先,在步骤101中,为了由教学者对输入部41设定机器人的移动速度,进行移动速度的输入。例如,将250mm/秒设为100%,通过教学者在1~100%的范围内输入数值,进行移动速度的输入。将由教学者输入的移动速度设为输入指示值 V_{in} 。控制部43通过步骤102取得第二臂15的前端的位置的坐标值,在步骤103中,取得与所取得的位置对应的移动速度的限制值 V_{lim} 。限制值 V_{lim} 例如也可以基于从机器人控制器30预先被读入示教机40的辅助存储部44的参数表来确定,或者也可以通过运算求得。关于与第二臂15的前端的位置对应的限制值 V_{lim} 的具体例,稍后进行描述。但总之,在第二臂的前端接近原点0的情况下,使限制值 V_{lim} 减小。

[0039] 接着,控制部43在步骤104中判定输入指示值 V_{in} 是否大于限制值 V_{lim} 。在输入指示值 V_{in} 超过限制值 V_{lim} ($V_{in} > V_{lim}$) 的情况下,在步骤105中,将限制值 V_{lim} 设为速度指令值 V_{cmd} ,在其以外的情况下,在步骤106中,将输入指示值 V_{in} 直接设为速度指令值 V_{cmd} 。如果通过步骤105或106,确定速度指令值 V_{cmd} 被确定,则在步骤110中,控制部43对机器人控制器30发送速度指令,以通过该速度指令值 V_{cmd} 驱动机器人。这样,在关于移动速度的输入指示值 V_{in} 比根据第二臂15的前端在输入指示值 V_{in} 被输入的时刻的位置而确定的限制值 V_{lim} 大的情况下,机器人10将移动速度限制在限制值 V_{lim} 而进行动作。

[0040] 在示教时,使用使机器人10仅在完成了对动作按钮等特定的开关的操作的期间中进行移动的示教机40的情况下,当执行上述处理时,在操作了动作按钮时基于该时刻的限制值开始移动,在操作动作按钮的期间维持其速度。在此,由于当手指从动作按钮离开时,成为非动作状态,因此,使得在成为非动作状态之后,再次操作动作按钮的情况下,机器人能够以按照与再操作时的前端的位置对应的限制值限制后的移动速度开始移动。通过设为这样的操作方式,可以实现与机器人10的前端的位置相对应的移动速度,所以能够提高示教效率。另外,在机器人10的前端向接近原点0的方向移动时,通过这样进行间歇动作,越是接近原点,移动速度越被进一步限制,所以安全性进一步提高。在此,形成与再操作时的前端的位置相对应的限制值,但如后述,也可以在动作按钮被操作的期间实时取得前端的当前位置,并根据所取得的位置限制移动速度。

[0041] 接着,对与第二臂15的前端的位置相对应的限制值 V_{lim} 的确定方法进行说明。图4表示为了确定限制值 V_{lim} 而使用的参数表的内容的一个例子。在此,导入表示第二臂15的前端距原点0多远的指标 L 。因为第二臂15的前端处于原点0的附近,所以指标 L 是为了防止出乎意料地快速动作而导入的指标,作为整体确定,以在前端处于原点0的附近时成为小的值的方式来确定。但是,实际的距离(欧几里德距离)下的大小也可以未必直接形成指标 L 的大小。

[0042] 图4所示的参数表是将XY平面分割成多个区域,对每个区域规定与该区域距原点多远相对应的单一的限制值 V_{lim} 时所使用的参数表。在此所示的例子中,将指标 L 区分为0以上且低于 D_1 、 D_1 以上且低于 D_2 、 D_2 以上且低于 D_3 、 D_3 以上且低于 D_4 、及 D_4 以上这五个阶段,对这些阶段分别分配限制值 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 及 V_5 。在此,设定为 $V_1 < V_2 < V_3 < V_4 < V_5$,使得指

标L越小,限制值Vlim越小。而且,通过基于指标L检索该参数表,能够获得限制值Vlim。

[0043] 图5是表示前端在输入指示值Vin的输入时刻的位置和由限制值Vlim限制后的移动速度的上限(即限制值Vlim)的关系的图。将第二臂15的前端在XY平面中的位置的坐标设为(x,y)。在图5(a)中,示出将第二臂15的前端在XY平面中的位置的X坐标的绝对值|x|及Y坐标的绝对值|y|中大的值作为指标L的情况。每个限制值Vlim的区域由以原点为中心,具有与X轴及Y轴分别平行的边的正方形来划定。在图示的关系中,如果前端的位置为P1,则限制值为V3,如果前端的位置为P2,则限制值为V4。图5(a)所示的关系是,只要求得前端位置的XY坐标并进行数次的比较运算,即可导出指标L,所以,具有用于求得指标L的运算量小、可高速进行运算的优点。另一方面,图5(b)所示的关系是,将XY平面中的第二臂15的前端位置和原点0的通常的距离(欧几里德距离)作为指标L(即 $L^2 = x^2 + y^2$),对该每个指标L进行分区。换言之,由XY平面上的同心圆划定的区域成为每个限制值Vlim的区域的区域。图5(b)中的P1、P2与图5(a)中的P1、P2在XY平面上分别处于相同的位置,但在图5(b)所示的情况下,如果前端的位置为P1,则与图5(a)的情况相同的限制值为V3,如果前端的位置为P2,则与图5(a)的情况相比,限制值最大,为V5。在将距离作为指标L的情况下,除比较运算之外,还需要关于前端位置的X坐标及Y坐标各自的平方运算和求得它们的和的运算,虽然运算量增大,但因为基于实际的距离,所以如关于位置P2在此所示的那样,具有不会过度限制移动速度的优点。作为图5(a)所示的关系的变形例,有设为 $L = |x| + |y|$ 的变形例。该情况下,每个指标L的区域为由将X轴及Y轴作为对角线的正方形划定的区域。

[0044] 图5所示的关系是,将XY平面分割成几个区域,基于第二臂15的前端的位置对应于哪个区域而存在来确定限制值Vlim,但与指标L相对应的限制值Vlim的确定方法不限于此。例如,也可以通过根据指标L单调递增的函数(作为一个例子,是与指标L成正比的一次函数)确定限制值Vlim。这里的指标L可以是通常的距离,也可以是前端位置的X坐标的绝对值或Y坐标的绝对值中较大的值。

[0045] 在图3表示流程的处理中,基于输入指示值Vin被输入的時刻的第二臂15的前端距原点0多远的指标L来限制机器人10的移动速度。在此,考虑像从图5(a)中的位置P3向位置P4的移动那样使机器人10向臂部的前端远离原点0的方向移动的情况。此时,移动速度由在位置P3的限制值即V3限制,机器人10以低于限制值V3的速度移动。但是,因为随着远离原点0,限制值Vlim增大,所以是在输入指示值Vin的范围内增大机器人10的移动速度,不易产生安全上的问题。另外,在像从图5(b)中的位置P5向位置P6的移动那样接近原点0的移动的情况下,在以与位置P5对应的限制值V4移动时,在位置P6的附近,肘的移动速度有可能过大。因此,考虑根据第二臂15的前端的当前位置随时改变限制机器人10的移动速度的控制。图6表示根据前端的当前位置随时改变移动速度的限制的控制时的处理。

[0046] 在图6所示的处理中,与图3所示的处理同样,进行步骤101~106、110的处理。在执行了步骤110后,控制部43在步骤111取得前端的当前位置,且取得与在步骤112中取得的当前位置对应的限制值Vlim。当前位置是指机器人10移动中的当前时刻的前端的位置而非输入指示值Vin的输入时刻的前端的位置。限制值Vlim的取得方法与使用图3说明的方法相同。接着,在步骤113中,控制部43判定输入指示值Vin是否比在该时刻的速度指令值Vcmd大且为与当前位置对应的限制值Vlim以下(即 $Vlim \geq Vin > Vcmd$)。Vlim \geq Vin > Vcmd的情况是可以使移动速度上升到输入指示值Vin的情况,因此,在步骤114中,控制部43经由显示部42

对教学者进行是否使速度上升的询问,在步骤115中,判定是否有来自教学者的速度上升的指示。速度上升的指示通过由教学者操作设于示教机40的例如按钮来输入。在步骤115中判断为有速度上升的指示时,在步骤116中,控制部43将已经在步骤101中输入的输入指示值 V_{in} 作为速度指令值 V_{cmd} ,之后,处理进入步骤119。与之相对,在步骤115中没有速度上升的指示时,不变更速度指令值 V_{cmd} ,处理进入步骤119。

[0047] 在步骤113中 $V_{lim} \leq V_{in} > V_{cmd}$ 不成立的情况下,在步骤117中,控制部43判定速度指令值 V_{cmd} 是否超过限制值 V_{lim} ,在超过的情况下,在步骤118中,将限制值 V_{lim} 作为速度指令值 V_{cmd} ,由此限制移动速度,在移动速度限制之后,处理转换至步骤119。在步骤117中不是 $V_{cmd} > V_{lim}$ 的情况下,不变更速度指令值 V_{cmd} ,处理转换至步骤119。在步骤119中,控制部43判定是否满足预定的结束条件、例如机器人10移动到指定的位置等条件,在不满足结束条件的情况下,返回步骤110并按照在该时刻的速度指令值 V_{cmd} 驱动机器人10,在满足结束条件的情况下,在步骤120中结束机器人的驱动。在返回到步骤110时,有时至此的速度指令值 V_{cmd} 和在步骤116或步骤118中确定的速度指令值 V_{cmd} 大不相同。在该情况下,也可以使移动速度平缓地变化的方式进行控制。在图6所示的处理中,机器人10的移动速度也由基于指标L而定的限制值 V_{lim} 来限制,其中,指标L根据机器人10的前端的位置来确定,但特别是由根据前端的当前位置随时变化的限制值 V_{lim} 来限制。

[0048] 图7及图8均表示假定为图1所示的机器人并模拟使机器人10的前端向-Y方向移动了400mm时的各臂13、15及手17的动作的结果。在这些图中,设将以Y轴方向为基准朝向逆时针的角度设为正并从原点观察的臂部的前端的方位角为 θ_1 ,设第一臂13及第二臂15形成的角的一半为 θ_2 。图7表示机器人10的肘关闭一定程度的状态(换言之,前端接近原点0的状态),且在初始位置,臂部10的前端的XY坐标为(470,200)时的动作。图7(a)表示在初始位置的状态,图7(b)表示向Y轴方向移动了-200mm的中途的状态,图7(c)表示终状态、即前端的XY坐标为(470,-200)的状态。与之相对,图8表示机器人10的肘打开一定程度的状态(前端远离原点0的状态)、且前端的初始位置的XY坐标为(1800,200)时的动作。图8(a)表示在初始位置的状态,图8(b)表示向Y轴方向移动了-200mm的中途的状态,图8(c)表示终状态、即前端的XY坐标为(1800,-200)的状态。图7所示的状态是,肘(第一臂13和第二臂15的结合部13)的移动比机器人10的前端的移动大,这样,仅限制前端的速度不能充分抑制肘部动作的速度。与之相对,图8所示的状态是,与前端的动作相比,肘的动作小。根据图7及图8可知,在进行示教时,通过限制移动速度以使在机器人的前端接近原点0时,使机器人以低速动作,在前端远离原点0时,机器人能够以高速动作,对于教学者而言可以防止机器人的肘部分以出乎意料的速度动作。

[0049] 在以上说明的实施方式中,通过使示教机40作为移动速度限制装置起作用,不需要使机器人控制器执行用于基于限制值限制移动速度的处理,所以不必担心对机器人控制器施加运算负荷。另外,因为该移动速度限制只在示教时是必须的,所以不需要将用于移动速度限制的功能编入机器人控制器。移动速度限制所需要的参数表本身预先存储于机器人控制器,在连接示教机40时将该参数表读入示教机,由此,可以使用同一示教机40对多种机器人执行基于本发明的移动速度的限制。或者,也可以将机器人的每种机种的参数表预先存储于示教机40,在进行教学时根据机种选择参数表。

[0050] 可应用本发明的机器人不限于图1所示的具有第一臂13及第二臂15的水平多关节

机器人。例如,可以将本发明应用于如下机器人:在本体部11和连结部12之间设置伸缩接头,可以使从第一臂13到手17为止的部分以不变的姿势在Z轴方向上上下下动作的机器人;在第二臂15的前端进一步设有在XY平面内转动的第3臂的机器人;在手17上具备沿Z轴方向移动的工具的机器人等。在将本发明应用于有Z方向上的动作的机器人的情况下,例如也可以将XYZ空间分割成几个小空间,根据机器人的前端处于哪个小空间而限制移动速度。

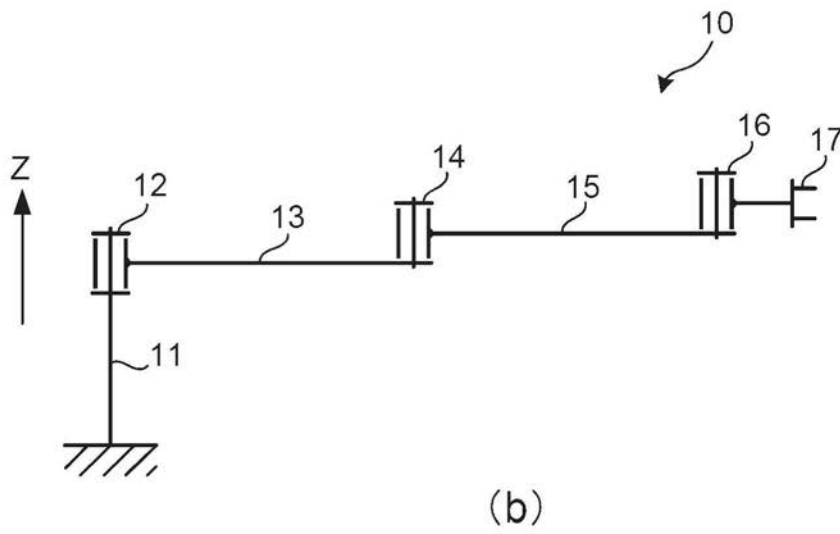
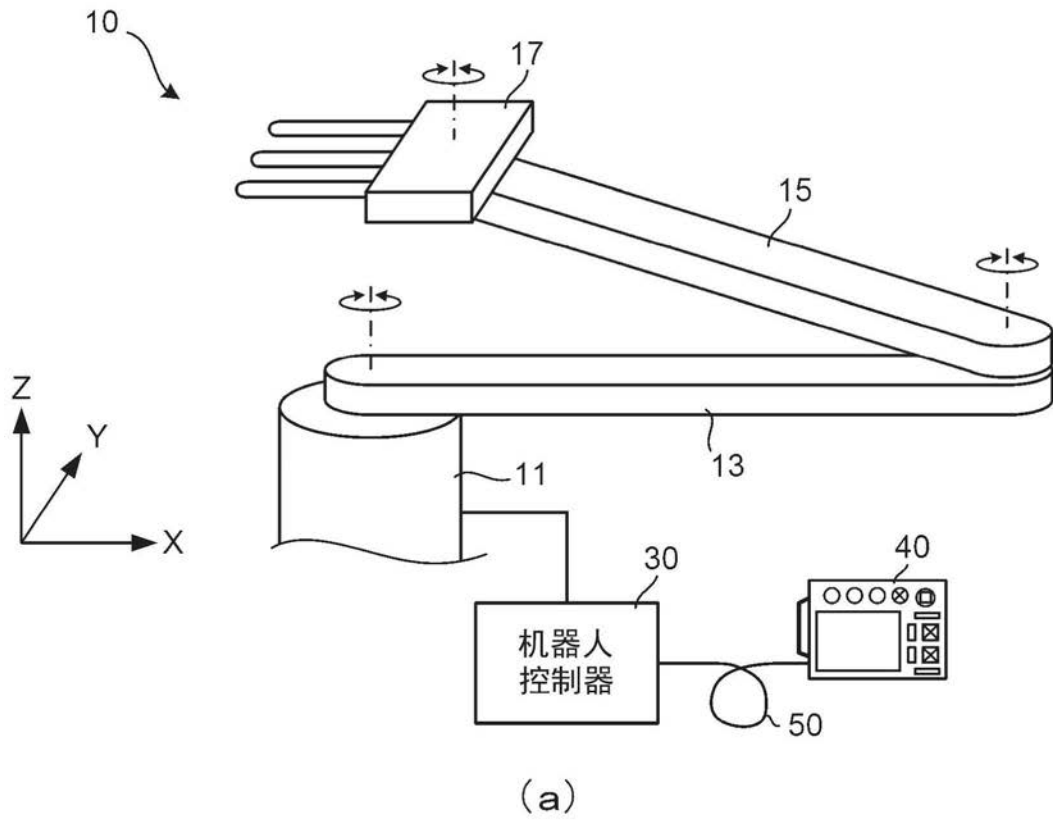


图1

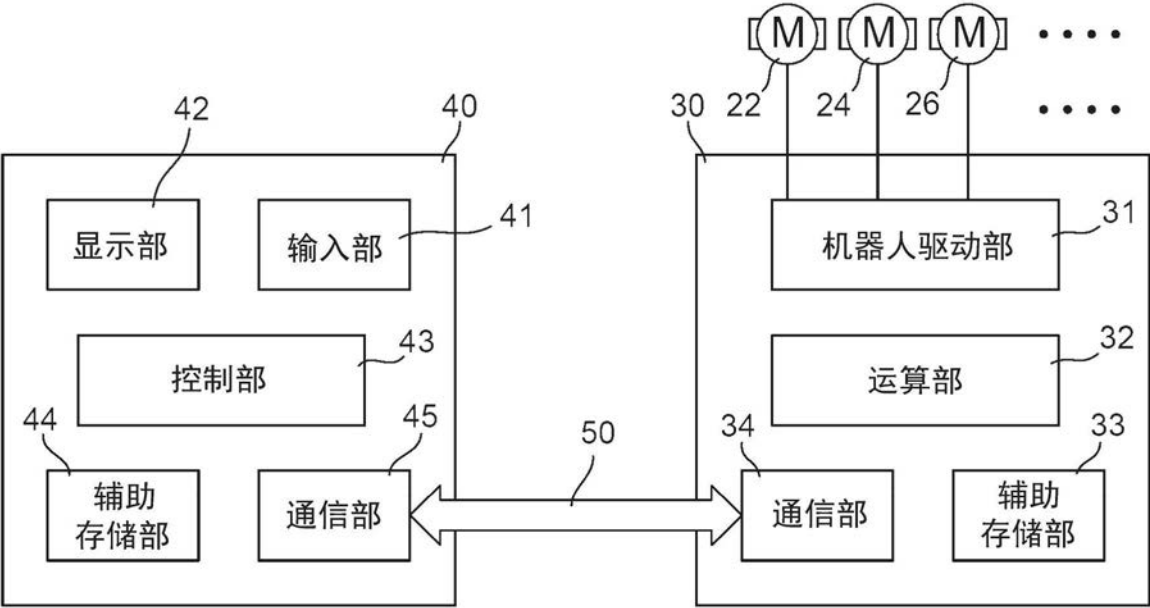


图2

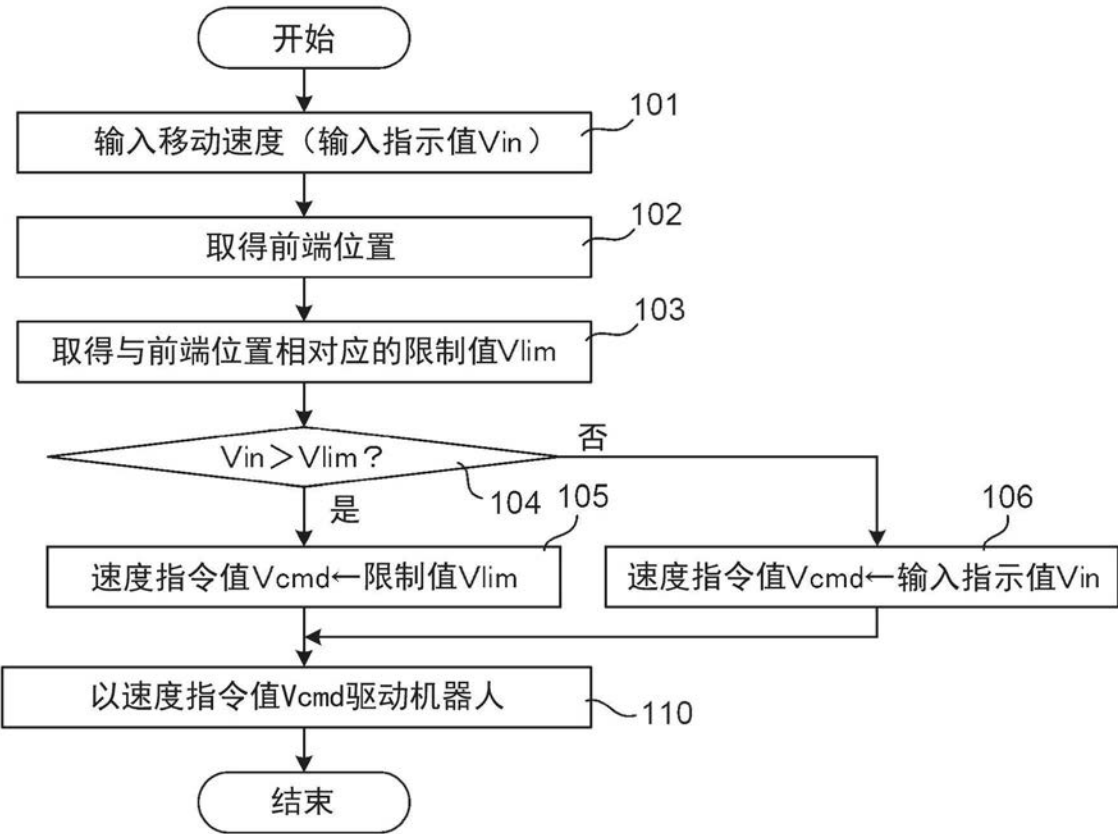


图3

| | | | | | |
|---------|----------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| L | $L < D1$ | $D1 \leq L < D2$ | $D2 \leq L < D3$ | $D3 \leq L < D4$ | $D4 \leq L$ |
| 限制值Vlim | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 |

这里、 $V1 < V2 < V3 < V4 < V5$

图4

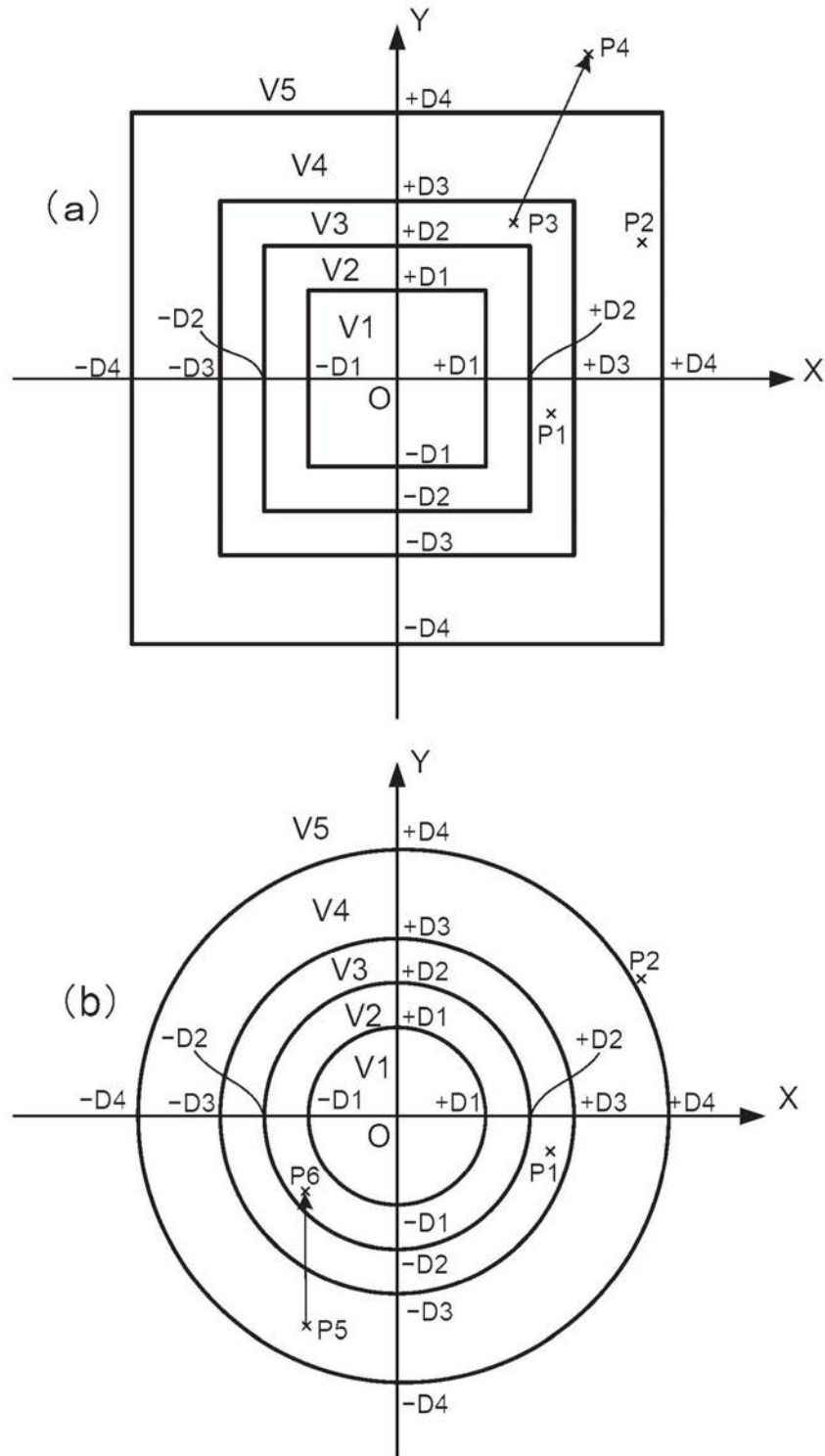


图5

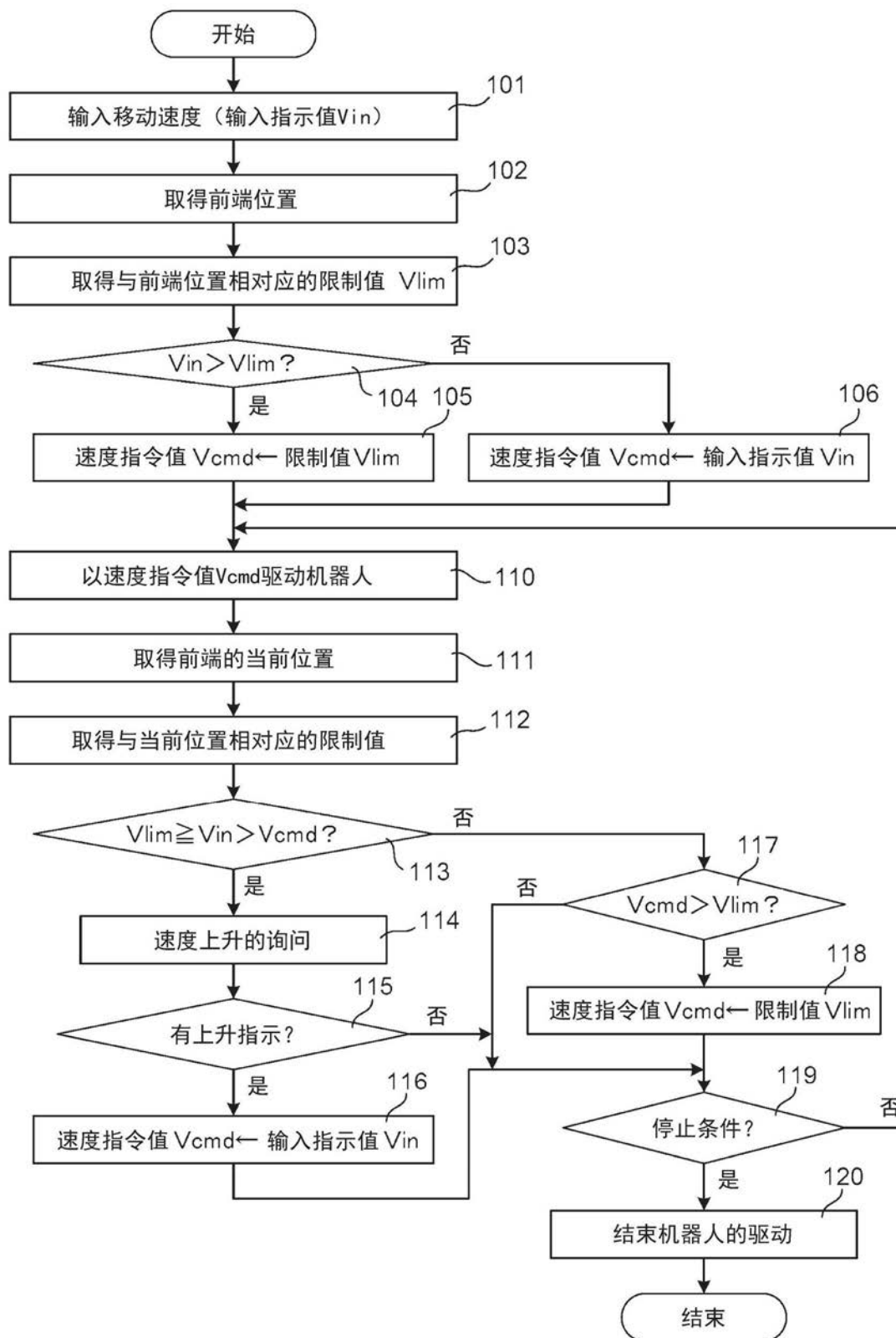


图6

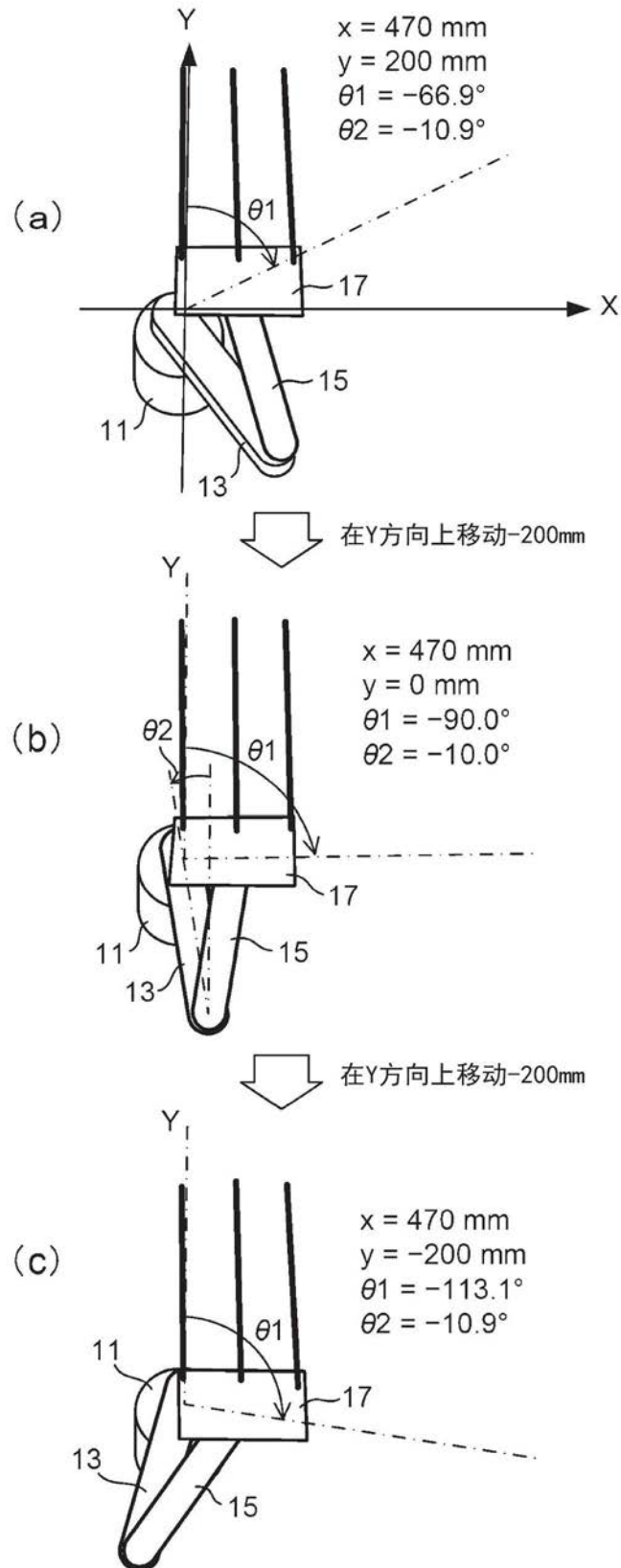


图7

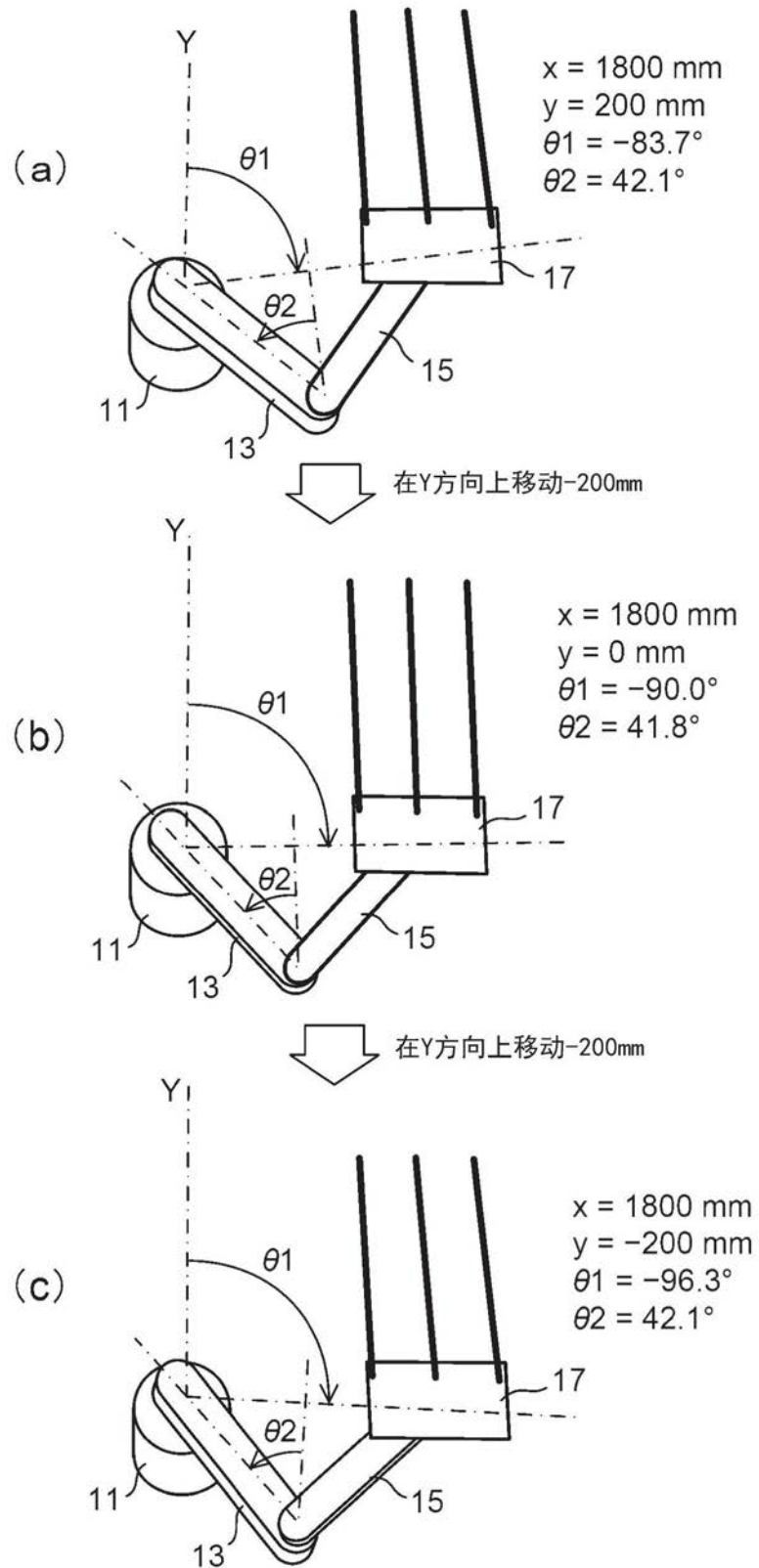


图8