

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

B25J 13/08

B25J 5/00

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99801311.0

[43]公开日 2000年11月22日

[11]公开号 CN 1274310A

[22]申请日 1999.6.9 [21]申请号 99801311.0

[30]优先权

[32]1998.6.9 [33]JP [31]161091/1998

[86]国际申请 PCT/JP99/03089 1999.6.9

[87]国际公布 WO99/64208 日 1999.12.16

[85]进入国家阶段日期 2000.4.6

[71]申请人 索尼公司

地址 日本东京都

[72]发明人 山本隆司

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

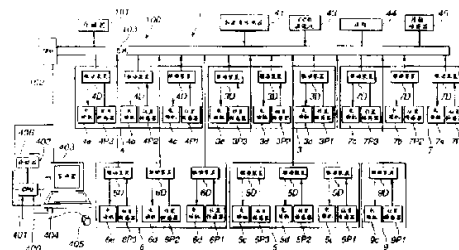
代理人 刘宗杰 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图页数 18 页

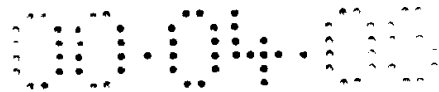
[54]发明名称 机器人装置及其姿态控制方法

[57]摘要

根据加速度传感器 41 的检测输出获得的加速度信息通过 CPU102 对装置主体的姿势状态为与正常的姿势状态不同的异常的姿势状态进行识别,使用预先生成并存储在存储器 101 中的由某种翻倒状态起进行姿势复原的轨道计划数据,通过回放,控制各种驱动装置 30~70,完成向正常姿势状态的复原动作。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4



## 权 利 要 求 书

1. 一种机器人装置，其特征在于具有识别装置主体的姿势并输出识别结果的姿势识别装置；根据所述识别结果，判别所述装置主体已成为规定姿势的姿势判别装置；在由所述姿势判别装置判别到所述规定的姿势时，对所述装置主体的姿势进行修正的姿势修正装置。

2. 权利要求 1 所述的机器人装置，其特征在于所述姿势识别装置是传感器；所述姿势修正装置根据所述姿势判别装置的判别结果进行与所述判别结果相应的姿势修正。

3. 权利要求 2 所述的机器人装置，其特征在于所述姿势判断装置判断的所述规定的姿势是所述装置主体的翻倒姿势。

4. 权利要求 3 所述的机器人装置，其特征在于所述翻倒姿势至少为前方的翻倒姿势、后方翻倒姿势、右侧翻倒姿势、左侧翻倒姿势中的一种。

5. 权利要求 2 所述的机器人装置，其特征在于所述传感器为图像识别传感器。

6. 权利要求 2 所述的机器装置，其特征在于所述传感器为接触传感器。

7. 权利要求 6 所述的机器人装置，其特征在于所述装置主体具有步行装置；所述接触传感器设置于所述步行装置的底面附近。

8. 权利要求 2 所述的机器人装置，其特征在于所述传感器为加速度传感器；所述姿势判别装置至少根据所述加速度传感器输出的大小及/或根据由所述加速度传感器输出算出的加速度方向对所述规定的姿势进行判断。

9. 权利要求 8 所述的机器人装置，其特征在于所述姿势判别装置判断的所述规定姿势是所述装置方体的翻倒姿势。

10. 权利要求 9 所述的机器人装置，其特征在于所述翻倒姿势至少为前方翻倒姿势、后方翻倒姿势、右侧翻倒姿势、左侧翻倒姿势中的一种。

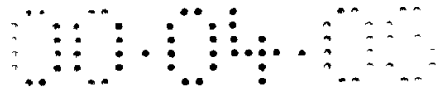
11. 权利要求 2 所述的机器人装置，其特征在于具有存储与所述装置主体的姿势相应的姿势修正动作信息的存储装置；由所述存储装置读出所述姿势修正信息的读出装置；所述姿势修正装置根据读出的所述姿势修正动作信息对所述装置主体的姿势进行修正。

12. 权利要求 11 所述的机器人装置，其特征在于在所述存储装置中存储着多个所述姿势修正动作信息；所述读出装置读出在多个所述姿势修正动作信息中与所述判断装置的判断结果相应的姿势修正动作信息。

5 13. 权利要求 12 所述的机器人装置，其特征在于所述姿势判别装置的判断结果是所述装置主体的翻倒姿势。

14. 权利要求 13 所述的机器人装置，其特征在于所述翻倒姿势至少是前方翻倒姿势、后方翻倒姿势、右侧翻倒姿势、右侧翻倒姿势的一种。

10 15. 一种机器人装置的姿态控制方法，其特征在于识别装置主体的姿势，根据其识别结果判别所述装置主体已成为规定的姿势；在判断出所述规定的姿势时，将所述装置主体的姿势进行修正。



# 说明书

## 机器人装置及其姿态控制方法

### 技术领域

5 本发明涉及机器人装置及其姿态控制方法，该机器人装置具有从翻倒状态等异常姿势状态独立地复原为正常姿势状态的功能。

### 背景技术

以往所见的多是通过轮子转动实现滑行的轮式机器人和 2 足或 4 足的独立式步行机器人等具有不同形式的结构系统的各种形态的机器人装置。

10 此类机器人装置在各个规定的位置上设置着具有一定自由度的传动器及检测特定物理量的传感器等结构系统。通过装有微电脑的控制部按照各种传感器的输出及控制程序对各种传动器进行个别的驱动控制，使自行或规定执行的动作得以实现。又，此类机器人装置的

15 躯干部、脚部及头部等各部位以具有各种预定的相关关系的状态结合而成，并由此装配成规定的形态。

具有 2 只或 2 只以上的多只的多足步行机器人中，有像猫、狗式的动物类形态的机器人。此种形态的多足步行机器人，以具有 4 只足的为例，各只足上都装有一定数量的关节部。对此类机器人的足关节

20 进行控制的方法，有将位置信息、速度信息通过示教进行记录和再现的方法，还有采用运动模型将位置信息、速度信息通过运算生成执行的方法。

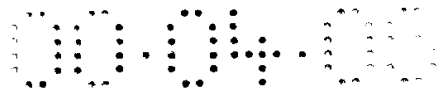
以往对机器人装置的控制，不论是采用示教法还是运动模型法，都是以设计者预想环境下的动作为前提。因此，在使用环境变化后，

25 装置的姿态出现意外状况的情形时有发生。由于异常姿态对装置的功能和结构造成危害、故障或对使用环境造成危害的可能亦随之而生。

### 发明的公开

鉴于上述以往机器人装置的实际情况，本发明的目的在于防止在翻倒状态等异常姿势状态时使用的机器人装置发生故障和事故。

30 本发明的目的还在于提供一种机器人装置及其姿态控制方法，它能使机器人装置从翻倒状态等异常姿势状态独立地复原到正常的姿势状态。



与本发明相关的机器人装置的特征在于具有下列装置，即确认装置主体的姿态并将确认结果进行输出的姿态确认装置；基于所述确认结果对前述装置主体成为某种规定姿态进行判别的姿态判别装置；在由所述姿态判别装置进行前述规定姿态的判定后，将前述装置主体的姿态进行修正的姿态修正装置。

与本发明相关的机器人装置的姿态控制方法的特征在于确认装置主体的姿态，根据该确认结果对所述装置主体成为某种规定的姿态进行判别，在判定了所述规定的姿态后，将所述装置主体的姿态进行修正。

#### 10 附图的简要说明

图 1 所示，为将应用了本发明的多足步行机器人的结构模型化的透视图。

图 2 所示，为将用于检测所述多足步行机器人的翻倒状态的加速度传感器等各种传感器的设置状态模型化的透视图。

15 图 3 所示，为将所述多足步行机器人控制系统的结构模型化的方块图。

图 4 所示，为简化的前述多足步行机器人基本姿势的透视图。

图 5 所示，为简化的前述多足步行机器人由基本姿势变为左前脚抬起状态的透视图。

20 图 6 所示，为简化的前述多足步行机器人姿势倒塌后状态的透视图。

图 7 所示，为简化的前述多足步行机器人姿势没有倒塌状态的透视图。

25 图 8 所示，为前述多足步行机器人行动模式的编辑方法案例的程序框图。

图 9 所示，为前述多足步行机器人控制部所做的翻倒判定的算法案例的程序框图。

30 图 10A 及图 10B 所示，为以所述翻倒判定处理求得的平均加速度  $Acc$  与  $Y-Z$  平面之间的偏移角  $\theta$ 、平均加速度  $Acc$  向  $Y-Z$  平面的投影成分与  $Z$  轴形成的角  $\phi$  之关系的模式图。

图 11 所示，为由所述多足步行机器人的形状为制约条件而确定的步行时翻倒方向与角  $\phi$  之关系的模式图。

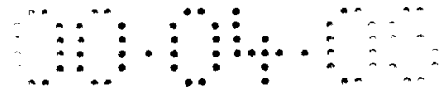


图 12A、图 12B、图 12C 及图 12D 所示，为所述多足步行机器人步行时各种翻倒状态的侧面模型图。

图 13 所示，为所述多足步行机器人从翻倒状态复原为正常姿势状态的动作过程的侧面模型图。

5 图 14 所示，为所述多足步行机器人站立姿势时接触传感器的接触检测的状态模型图。

图 15 所示，为所述多足步行机器人坐下姿势时接触传感器的接触检测的状态模型图。

10 图 16 所示，为所述多足步行机器人站立姿势通过 CCD 摄像相获得图像信息的状态模型图。

图 17A、图 17B、图 17C 及图 17D 所示，为在正常姿势及异常姿势状态时，CCD 摄像机获得的各图像信息的模型图。

图 18 为根据所述 CCD 摄像机获得的图像信息判定地面状态方法的说明图。

15 图 19 为作为异常姿态检测装置设有旋转检测装置的轮式机器人装置的模型透视图。

图 20 为作为异常姿势检测装置设有地面检测装置的轮式机器人装置的模型透视图。

图 21 所示，为从背部翻倒状态起复原动作的状态变化模型图。

## 20 发明实施的最佳形态

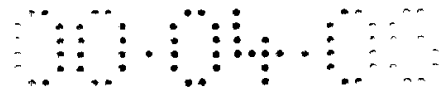
下面，关于本发明实施的最佳形态参照图表加以说明。

本发明适用于图 1 所示结构的多足步行机器人 1。

25 此多足步行机器人 1 为多关节型机器人，呈长有 4 只足的动物型。多关节型机器人 1 有主体 2、右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6、头部 7、躯干部 8、尾部 9 等。

此多关节型机器人 1 右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6 等的关节部 10、11、12、13 处设有制动机构 30。利用此制动机构 30 的动作，操作者能够以直接教学方式将右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6 中任意动作部（脚）的相对位置关系进行位置示教。

30 主体 2 上设有右前足 3、左前足 4、左后足 5、右后足 6 用的轴承架 20、21、22、23。头部 7 设于主体 2 的前上部，躯干部 8 设于从头部 7 至后侧的位置。尾部 9 从躯干部 8 的上方突出出来。



下面依次说明相对主体 2 设置的各个部分。

首先，右前足 3 上装有脚 3a、脚 3b、轴承架 20、关节部 10、10a、制动机构 30、伺服马达 3c、3d、3e 等。

脚 3a 的上端部连接于轴承架 20，脚 3a 能够以中心轴 CL1 为中心沿等头 R1 方向旋转。脚 3a 和脚 3b 由关节部 10 进行连接。伺服马达 3C 内藏于主体 2 中，伺服马达 3C 工作时，轴承架 20 能够以中心轴 CL2 为中心沿箭头 R2 的方向旋转。

伺服马达 3d 工作时，脚 3a 能够以中心轴 CL1 为中心沿箭头 R1 方向旋转。伺服电机 3e 工作时，脚 3b 相对脚 3a 能够以中心轴 CL3 为中心沿箭头 R3 方向旋转。

左前足 4 上装有脚 4a、4b、轴承架 21、关节部 11、11a、制动机构 30、伺服马达 4c、4d、4e。

脚 4a 连接于轴承架 21，能够以中心轴 CL4 为中心沿箭头 R4 方向旋转。脚 4b 通过关节部 11 与脚 4a 相连。伺服马达 4c 内藏于主体 2 中，伺服马达 4C 工作时，轴承架 21 以中心轴 CL5 为中心沿箭头 R5 方向旋转。伺服马达 4d 工作时，脚 4a 相对轴承架 21 以中心轴 CL4 为中心沿箭头 R4 方向旋转。伺服马达 4e 工作时，脚 4b 以中心轴 CL6 为中心沿箭头 R6 方向旋转。

右后足 5 上装有脚 5a、5b、轴承架 22、关节部 12、12a、制动机构 30、伺服马达 5c、5d、5e。

脚 5a 的上端部连接于轴承架 22。伺服马达 5e 工作时，轴承架 22 能够以中心轴 CL7 为中心沿箭头 R7 方向旋转。伺服马达 5d 工作时，脚 5a 能够以中心轴 CL8 为中心沿箭头 R8 方向旋转。伺服马达 5e 工作时，脚 5d 能够以中心轴 CL9 为中心沿箭头 R9 方向旋转。

左后足 6 上装有脚 6a、6b、轴承架 23、关节部 13、13a、制动机构 30、伺服马达 6c、6d、6e。

伺服马达 6c 工作时，轴承架 23 能够以中心轴 CL10 为中心沿箭头 R10 方向旋转。伺服马达 6d 工作时，脚 6a 能够以中心轴 CL11 为中心沿箭头 R11 方向旋转。伺服马达 6e 工作时，脚 6b 能够以中心轴 CL12 为中心沿箭头 R12 方向旋转。

如上所述，右前足 3、左前足 4、右后足 5、右后足 6 分别由各自的 3 自由度结构的脚部件组成，并能够以多个轴为中心由伺服马达进



行驱动。

5 头部 7 上装有伺服马达 7a、7b、7c、伺服马达 7a 工作时，能够以中心轴 CL20 为中心沿箭头 R20 方向摆动。伺服马达 7b 工作时，头部 7 以中心轴 CL21 为中心沿箭头 R21 方向摆动。伺服马达 7c 工作时，头部 7 能够以中心轴 CL22 为中心沿箭头 R22 方向摆动。也就是说，此头部 7 为 3 自由度结构。

躯干部 8 上装有伺服马达 8a，此伺服马达 8a 工作时，尾部 9 以中心轴 CL23 为中心沿箭头 R23 方向摆动。

10 如图 2 所示，此多关节型机器人 1 的主体 2 中内藏有 3 轴(x, y, z)的加速度传感器 41，它能够检测出处于任意姿态的主体 2 的加速度及角速度。又，在头部 7 上设有 CCD 摄像机 43 和话筒 44。还在头部、各脚尖、腹部、喉部、臀部、尾部设置了接触传感器 45。如图 3 所示，来自各传感器的检测输出，经总线 103 送至设于此多关节型机器人 1 的控制部 100 上的 CPU（中央处理器）102 中。

15 这里以图 3 说明此多关节型机器人 1 的控制部 100 与右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6、头部 7、尾部 9 的各关节轴驱动用伺服马达及位置传感器的连接关系。

20 控制部 100 包括存储器 101 和 CPU（中央处理器）102。CPU102 的总线 103 连接着前述右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6、头部 7、尾部 9 的各部件。

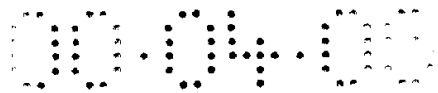
右前足 3 上装有伺服马达 3c、3d、3e 和位置传感器 3P1、3P2、3P3，伺服马达 3c、3d、3e 分别连接于驱动装置 3D，同时，位置传感器 3P1、3P2、3P3 也分别连接在驱动装置 3D 上。各驱动装置 3D 连接于总线 103。

25 同样，左前足 4 的伺服马达 4c、4d、4e、位置传感器 4P1、4P2、4P3 连接在驱动装置 4D。右后足 5 的伺服马达 5c、5d、5e、位置传感器 5P1、5P2、5P3 分别连接于驱动装置 5D。左后足 6 的伺服马达 6c、6d、6e、位置传感器 6P1、6P2、6P3 连接于驱动装置 6D。

30 头部 7 的伺服马达 7a、7b、7c、位置传感器 7P1、7P2、7P3 连接于驱动装置 7D。尾部 9 的伺服马达 9a 和位置传感器 9P1 连接于驱动装置 9D。

右前足 3 的各位置传感器 3P1、3P2、3P3；左前足 4 的各位置传





感器 4P1、4P2、4P3，右后足 5 的各位置传感器 5P1、5P2、5P3 及左后足 6 的各位置传感器 6P1、6P2、6P3 分别用来获得其所在位置的位置信息。这些位置传感器可使用关节角度检测用的电位计等旋转角传感器。由此类旋转角式位置传感器 3P1 ~ 6P3 获得的位置信息一旦反馈至 CPU102，则 CPU102 便根据该反馈的位置信息向驱动装置发出指令，与之相应的驱动装置便对相应的马达进行伺服控制，伺服马达便旋转至 CPU102 指令要求的位置。

图 4~图 7，为将图 1 所示的多足步行机器人 1 进一步简单化的示意图。在躯干部 8 上装有头部 7、右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6、各足 3~6 上分别设有关节部 10、11、12、13、30、30、30、30。

图 4 所示多足步行机器人 1 的姿势是右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6 完全伸直的基本姿势。图 5 所示，是从图 4 的基本姿势变为左前足 4 的关节部 11 和关节部 30 被驱动后的状态。

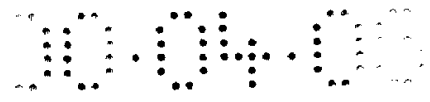
图 4 所示多足步行机器人 1 的右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6 四只脚与地面 300 接触。在图 5 的状态中，由于左前足 4 的关节部 11、30 被驱动，因此呈现为左前足 4 向前方突出的姿势。

操作者在确定这样的多足步行机器人 1 的左前足 4 的左足肘处的关节部 11 与对应左前肩的相应的关节部 30 的角度时，进行了下述的多足步行机器人动作模式的编辑工作。

就图 4 和图 5 所示的多足步行机器人 1 以及对这样的关节部件 11、30 进行驱动的编辑作业来说，如图 2 所示的控制部 100 的外部编辑指令电脑 400 能够在软件上算出图 5 所示的多足步行机器人 1 的重心 W0 的位置，并为使多足步行人 1 不在该重心 W0 的位置翻倒，能够将其他的左前足 3、右后足 5、左后足 6 中的至少一只足关节部的角度自动设定。此指令从所述外部编辑指令电脑 400 发至所述控制部的 CPU102，由此，CPU102 便能够对相应足的伺服马达发出动作指令。

此时，多足步行机器人 1 的各部位的重量，即躯干部 8 和主体 2 的重量、右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6、头部 7 的各部位重量都预存在外部编辑指令电脑 400 的存储器 402 中，根据这些重量数据，能够计算出图 4 所示的多足步行机器人 1 的重心 W0 的位置。

下面参照图 8，举例说明多足步行机器人动作模式的编辑方法。



首先在步骤 S1 中，在所述多足步行机器人 1 的存储器 101 中预存着所述多足步行机器人 1 的各结构部的重量、形状等信息，即预存着主体 2、躯干部 8、头部 7、右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6、尾部 9 等各部件的重量、形状的信息。然后将信息从存储器 101 转移到外部编辑指令电脑 400 的存储器 402 中。这便是步骤 S1 所做的重量、形状等的信息获取。

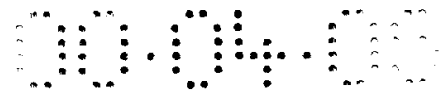
接着在步骤 S2 中开始对所述多足步行机器人 1 进行姿态的编辑。即：使其从图 4 所示的基本姿态获得图 5 所示的左前足 4 向前突出的姿态。此时，对可关节部 11 和关节部 30 进行动作示教，但若 10 不执行该动作，如图 6 所示多足步行机器人 1 的重心将因向右前足 4 一侧的移动造成机器人向左前方翻倒。

为防止这种多足步行机器人 1 向前倾倒，如图 5 所示，在将左前足 4 向前弯曲，使关节部 11、30 转动时，在步骤 S3 中，图 3 所示的控制部 100 的外部编辑指令电脑 400 将多足步行机器人 1 的重心  $W_0$  15 如图 5 那样相对主体 2 及躯干部 8 沿后方 T 进行新的重心  $W_1$  的计算，并将其数据作为新的计算后的重心值。为要这样将重的  $W_0$  移到新的重心  $W_1$  上，就要如图 7 所示的那样使右前足 3、右后足 5、左后足 6 的关节部 10、12、13 及关节部 30、30、30 转动。驱使这一运动的便是外部编辑指令电脑 400。

20 此时，为确实取得多足步行机器人 1 的平衡，对右前足 3、右后足 5、左后足 6 的关节部 10、12、13 及 30、30、30 所施加的转动以实施步骤 S4、S5 为宜，即，对于多足步行机器人 1 的新的重心  $W_1$  对触地面 300 的投影点 1M，恰在三角形重心位置所适范围 AR 内。这个所适范围 AR 是右前足 3 的触地点 CP1 与右后足 5 的触地点 CP2、左后足 6 的触地点 CP3 三点相连形成的三角型区域。

一般情况下，重心  $W_1$  的投影点 1M 都在这一所适范围 AR 之内，因此多足步行机器人 1 在不至翻倒的状态能够令右前足 3、左后足 5、左后足 6 上的关节部 10、12、13 及关节部 30、30、30 转动，并能够以最少的动作选择这种稳定的姿态。

30 将图 5 与图 7 进行比较后可知，当操作者令多足步行机器人做左前足 4 向前突出的姿势时，重心便自动地从  $W_0$  移向  $W_1$ ，多足步行机器人 1 变为后侧整体降低的状态。这样一来，在步骤 3 中进行重心位



置计算后，在步骤 4 中对多足步行机器人 1 是否会翻倒进行判断，若会翻倒，外部编辑指令电脑 400 便对其他关节部的转动（角度计）进行计算或变更，然后再次回到步骤 S3 进行重心位置的计算。

如果步骤 S4 中确认为不翻倒，外部编辑指令电脑 400 便将其转移到步骤 S6，结束多足步行机器人 1 的动作模式的编辑。在结束了这种编辑后，外部编辑指令电脑 400 便对多足步行机器人 1 的 CPU102 进行正式的动作模式输入（步骤 7）。

此多足步行机器人 1 根据内藏于本体 2 中 3 轴（x, y, z）的加速度传感器 41 检测的各轴（x, y, z）方向的加速度信息 AccXt、AccYt、AccZt 通过所述控制部 100 进行翻倒检测，在检测到翻倒状态时，便采取措施，进行复原为正常姿势状态的姿态复归。

这里，以图 9 的程序框图来表示所述控制部 100 所做的位置判断算法。

即，所述控制部 100 根据所述加速度传感器 41 检测到的各轴（x, y, z）方向的加速度信息 AccXt、AccYt、AccZt，进行如下翻倒检测。

首先是翻倒判断处理，先将步骤 S11 中对数据缓冲器的原始加速度信息 AccXt、AccYt、AccZt 进行清除，并将数据缓冲器的时间标记加以变更。此多足步行机器人 1 中数据缓冲器的缓冲量为各轴 50。

20

$$A c c X k \rightarrow A c c X k + 1 \quad (k = 0 \sim n - 1) \quad (\text{式 } 1)$$

$$A c c Y k \rightarrow A c c Y k + 1 \quad (k = 0 \sim n - 1) \quad (\text{式 } 2)$$

$$A c c Z k \rightarrow A c c Z k + 1 \quad (k = 0 \sim n - 1) \quad (\text{式 } 3)$$

在下一步骤 S12 中，将所述加速度传感器 41 测定的各轴（x, y, z）方向的加速度信息 AccXt、AccYt、AccZt 存入数据缓冲器。这一数据更新的比例对此多足步行机器人 1 来说为 10ms。

$$A c c X o \rightarrow A c c X t \quad (\text{式 } 4)$$

$$A c c Y o \rightarrow A c c Y t \quad (\text{式 } 5)$$

$$A c c Z o \rightarrow A c c Z t \quad (\text{式 } 6)$$

在下一步骤 S13 中，将从数据缓冲器的数据计算出各轴 (x, y, z) 方向的时间平均加速度  $AccX_t$ 、 $AccY_t$ 、 $AccZ_t$ 。

5

$$AccX = \sum AccX_k / n \quad (k = 0 \sim n) \quad (\text{式 7})$$

$$AccY = \sum AccY_k / n \quad (k = 0 \sim n) \quad (\text{式 8})$$

$$AccZ = \sum AccZ_k / n \quad (k = 0 \sim n) \quad (\text{式 9})$$

在下一步骤 S14 中，求出平均加速度  $Acc$  与 Y-Z 平面之间的偏角  $\theta$ 、平均加速度  $Acc$  向 Y-Z 平面的投影成分与 Z 轴形成的角  $\phi$  (参见图 10A 及图 10B)。

10

$$Acc = (\text{AccX}^2 + \text{AccY}^2 + \text{AccZ}^2)^{1/2} \quad (\text{式 10})$$

$$\theta = \text{asin} (\text{AccY} / ((\text{AccY}^2 + \text{AccZ}^2)^{1/2})) \quad (\text{式 11})$$

$$\phi = \text{asin} (\text{AccZ} / \text{Acc}) \quad (\text{式 12})$$

在下一步骤 S15 中，对平均加速度 (欧几里得距离)  $Acc$  是否在允许误差 ( $\Delta Acc$ ) 范围之内进行判断。若在误差范围之外时，则认为由于受到拿起等从外部施加的强力，便从翻倒判断处理状态退出。

$$Acc > 1.0 + \Delta Acc [G] \quad \text{或} \quad Acc < 1.0 - \Delta Acc [G]$$

→处理例外

$$(\text{式 13})$$

15

5 在下列步骤 S16 中，平均加速度 Acc 与 Y-Z 平面之间的偏角  $\theta$ 、以及平均加速度 Acc 向 Y-Z 平面的投影成分与 Z 轴形成的角  $\phi$ ，和以当前姿势状态为基准的平均加速度 Acc 与 Y-Z 平面之间的基准偏角以及平均加速度 Acc 向 Y-Z 平面的投影成分与 Z 轴的基准角  $\phi_m$  相比较，若分别在允许误差  $(\Delta\theta_m, \Delta\phi_m)$  范围之内，便视为姿态正常；超出范围之外时，则判断为翻倒或异常姿态，处于步行状态时， $\theta = -\pi/2$ 、 $\phi =$  任意。

$$\theta > \theta_m + \Delta\theta_m \quad \text{or} \quad \theta < \theta_m - \Delta\theta_m \quad (\text{式 14})$$

$$\phi > \phi_m + \Delta\phi_m \quad \text{or} \quad \phi < \phi_m - \Delta\phi_m \quad (\text{式 15})$$

10

这里所谓翻倒现象是指对于角速度的取样周期呈极低频率的现象。因此，作为翻倒检测的数据，使用数据缓冲器的获取某一时间的平均值，能够减少因瞬间性的干扰造成的误判。此方法在进行数据处理时与数字滤波器等低通滤波处理相比，具有负荷小的优点。

15 在所述由翻倒判断处理检测出翻倒时（步骤 S17），转向翻倒复归步骤 S18，进行如下恢复正常姿态的姿态转变。

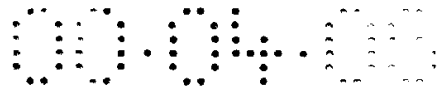
20 即，在姿态转变处理中，先根据翻倒检测时算出的平均加速度 Acc 与 Y-Z 平面之间的偏角  $\theta$ 、平均加速度 Acc 的 Y-Z 投影成分与 Z 轴形成的角  $\phi$  进行翻倒方向的判断。在此多足步行机器人 1 中，因受形状的制约，其步行时的翻倒仅预设图 11 的 (A)、(B)、(C)、(D) 所示的 4 个方向，由

$$0 < \phi < (1/4)\pi \quad \text{或} \quad -(1/4)\pi < \phi < 0 \quad (\text{式 16})$$

判断图 12A 所示的前方倒状态 (head Side Down) 是否存在，由

25

$$(1/4)\pi < \phi < (3/4)\pi \quad (\text{式 17})$$



判断图 12B 所示的右侧翻倒状态 (Right Side Down) 是否存在, 由

$$-(1/4)\pi > \phi > -(3/4)\pi \quad (\text{式18})$$

判断图 12C 所示的左侧翻倒状态 (Left Side Down) 是否存在, 再由

$$(3/4)\pi < \phi \text{ or } \phi > -(3/4)\pi \quad (\text{式19})$$

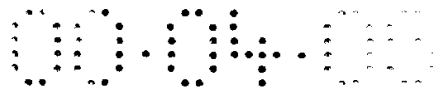
判断图 12D 所示的后方翻倒状态 (Tail Side Down) 是否存在。

然后, 为从预存在存储器 101 中的所述 4 个翻倒状态 (Head Side Down, Right Side Down, Left Side Down, Tail Side Down) 进行姿态复原, 通过采用轨道计划数据的回放进行向正常姿势的复原。同样, 在实行所述翻倒复原动作过程中, 存在着翻倒状态发生变化的情况。如, 本是前方低下且翻倒了的前方翻倒状态 (Head Side Down), 在翻倒复原动作开始执行后又变成了侧面翻倒状态。出现这种情况时, 机器人能够迅速终止当前执行中的翻倒复原动作, 通过再次执行检测翻倒复原动作, 迅速执行从翻倒状态起的复原动作。

这里, 图 13 所示, 为模式化的前方翻倒状态 (Head Side Down) 向正常姿态的复原动作的过程。

为实行从所述前方翻倒状态起姿态复原的轨道计划数据, 可由操作者采用所述的直接教学方式预先将此多关节型机器人 1 的右前足 3、左前足 4、右后足 5、左后足 6 的相对位置通过位置示教生成后存储在所述存储器 101 中。

需要说明的是, 此多关节机器人 1 根据内藏于主体 2 中的 3 轴 (x, y, z) 的加速度传感器 41 产生的加速度信息由所述控制部 100 进行翻倒判断, 并完成了从所述 4 种翻倒状态 (Head Side Down, Right Side Down, Left Side Down, Tail Side Down) 复原到正常姿势状态的复原动作。其实, 所述控制部 100 也可以根据所述内藏于主体 2 中的角速度传感器、角加速度传感器、倾斜传感器等的检测输出进行翻倒判断, 并完成复原到正常姿势状态的复原动作。再则, 所述控制部 100 还可以综合利用各种传感器的检测输出进行翻倒判断, 并完成



复原到正常姿势状态的复原动作。

作为 4 脚型的机器人装置，可以通过内部的姿态模型同设于脚尖、主体各部位的接触传感器的输出相比较，进行异常状态的检测。

比如图 14 所示的站立姿势，接触传感器 45A、45B、45C 中只有  
5 脚尖的接触传感器 45A、45B 检测为接触状态，而在图 15 所示的坐姿  
并用手时，后脚尖的接触传感器 45B 和尾部设置的接触传感器 45C 检  
测为接触状态。于是，将机器人装置执行着的姿势和当时接触传感器  
45 的理想状态预存在装置主体内，通过对姿态执行中的接触传感器  
45 的输出进行比较，能够实现异常姿态的检测。

10 又，设有图像输入装置的机器人装置能够通过识别路面取得其位置  
与装置当前欲做姿势的关系，实现对异常姿态的检测。

即，当所述多关节型机器人 1 如图 16 所示将站立姿势作为正常  
状态时，对应 CCD 摄像机 43 的摄像输出，其正常姿势时得到的是图  
17A 所示的地面 F 呈水平状态的图像。相反，在异常姿势时得到的是  
15 图 17B 所示的地面 F 的天地颠倒了图像或图 17C、图 17D 所示的地  
面 F 倾斜了的图像。因此，通过对所述 CCD 摄像机 43 摄像输出得到  
的图像中地面 F 的状态进行判断，就能够检测出异常姿势状态。

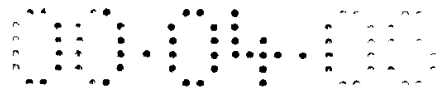
为判断所述图像中地面 F 的状态，如图 18 所示，先反复检测图  
像坐标系中 Y 方向的边缘，再由求得的多个检测位置坐标求出线段，  
20 最后由求得的线段求出所述地面 F 的横向边缘。同样，由 X 方向的边  
缘检测的结果得到的检测位置坐标求出所述地面 F 的纵向边缘。进一  
步，最好通过二者的结合，进行倾斜后的地面 F 的线段检测。

在利用车轮做移动机构的轮机器人装置中，使用环境限定为车轮  
与地面接触状态，所以最好用下列方法进行异常姿态的检测。

25 即，如图 19 所示，由安装在非驱动轴上的旋转检测装置 RD 检测  
到的旋转状态与旋转输出装置 RO 要求的旋转不同时，测出这一状态，  
就能够进行异常姿态的检测。

或如图 20 所示，通过设置地面检测装置 FD，能够对翻倒等异常  
姿态进行检测。作为所述地面检测装置 FD，也可使用具有发光与受光  
30 部的非接触型传感器或微动开关等接触式传感器装置。

这里，在以回放方式进行翻倒复原动作时，根据机器人装置的形  
状，从翻倒状态起的复原动作限定为某种特定的状态转变。作为所述



多关节型机器人 1 类的 4 脚型机器人装置，存在着 6 种状态，即前述的 4 种翻倒状态(Head Side Down, Right Side Down, Left Side Down, Tail Side Down) 以及后背着地的背部翻倒状态 (Back Side Down) 还有腹部着地的俯卧状态 (stomach Side Down)。从翻倒到复原，必定经过俯卧状态 (Stomach Side Down)。当处于背部翻倒状态 (Book Side Down) 时，如图 21 所示，在到达俯卧状态 (Stomach Side Down) 之前，必定要经过前述 4 种翻倒状态 (Head Side Down, Right Side Down, Left Side Down, Tail Side Down) 中的某一种状态。利用这一性质，在以检测翻倒时采用将翻倒的复原动作加以细化、生成回放的动作数据，再结合翻倒状态的变化进行再生的方法对机器人装置进行控制的话，当遇到无法预测的外因翻倒状态发生变化时，能够立即进行翻倒复原动作的切换，再则，这样做能够将各种复原动作进行分割后再生成复原动作数据，使动作数据的生成变得很容易。

相反，不采用这种方法，遇到诸如把从背部翻倒状态 (Book Side Down) 起的复原动作作为一个动作并生成复原动作数据并再生时，将产生下列几个问题。

1. 即使由于外部作业发生强制性使姿势向正常的状态变化，也非要等到复原动作执行完了才能转变为下一动作。

2. 当所述复原动作数据比如是以经由左侧翻倒状态 (Left Side Down) 为准而生成的时，一旦由于外部原因 (如地面有凸起等) 变为其他的状态 (如右侧翻倒状态 (Right Side Down))，就无法依靠复原动作进行复原，形成无效作业。

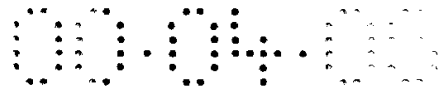
3. 采用这些方法，当翻倒状态暂时变化时，若先停止执行中的作业，再将动作重新纠正的话，由于产生不连贯的动作，增加了关节部的负荷。

综上所述，本发明涉及的机器人装置，能够识别装置主体的姿势，并根据该识别结果判断所述装置主体已完成的规定的姿势。在判断到所述规定的姿势后，通过对所述装置主体的姿势进行修正，能够从异常的姿势状态自动地复原到正常的姿势状态。

因此，本发明可以提供一种能够从翻倒状态等异常的姿势状态独立地复原成通常的姿势状态的机器人装置。

由于本发明涉及的机器人装置具有从异常的姿势状态独立地复





原为正常的姿势状态的功能，因此能够防止在翻倒状态等异常姿势状态下使用造成的机器人装置的故障及事故的发生。

并且它能够防止使用环境遭到破坏，还能够将使用者从姿势复原的作业中解放出来。

说明书附图

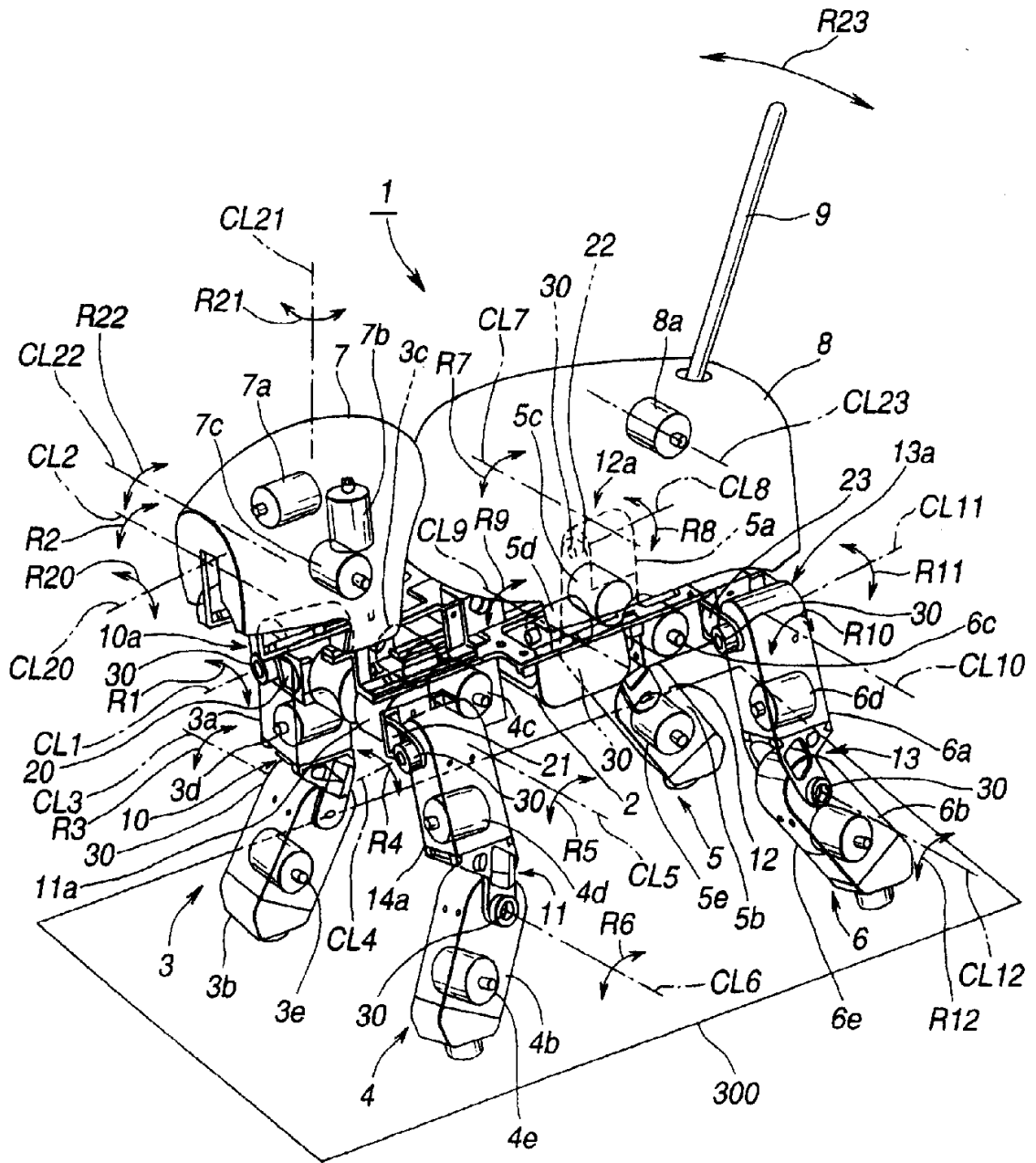


图 1

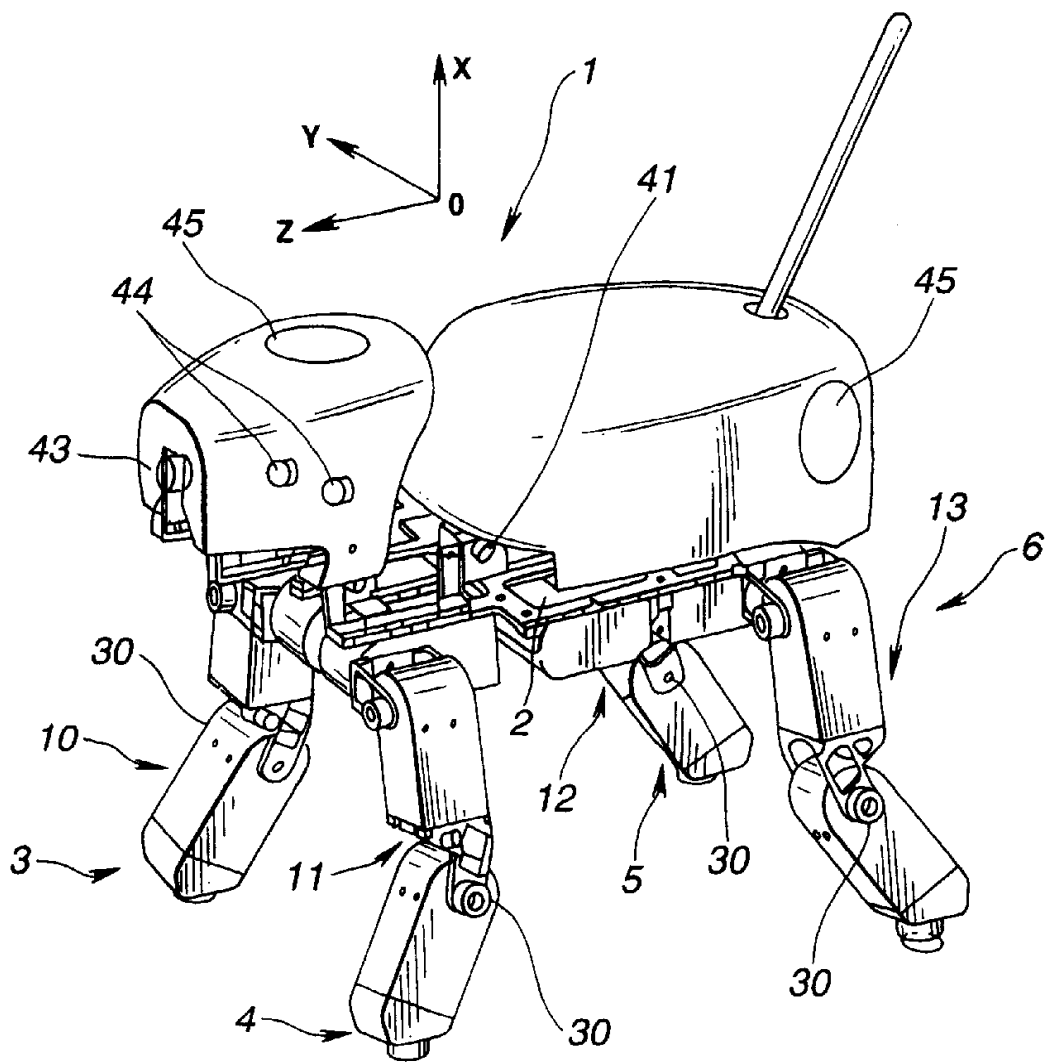


图 2

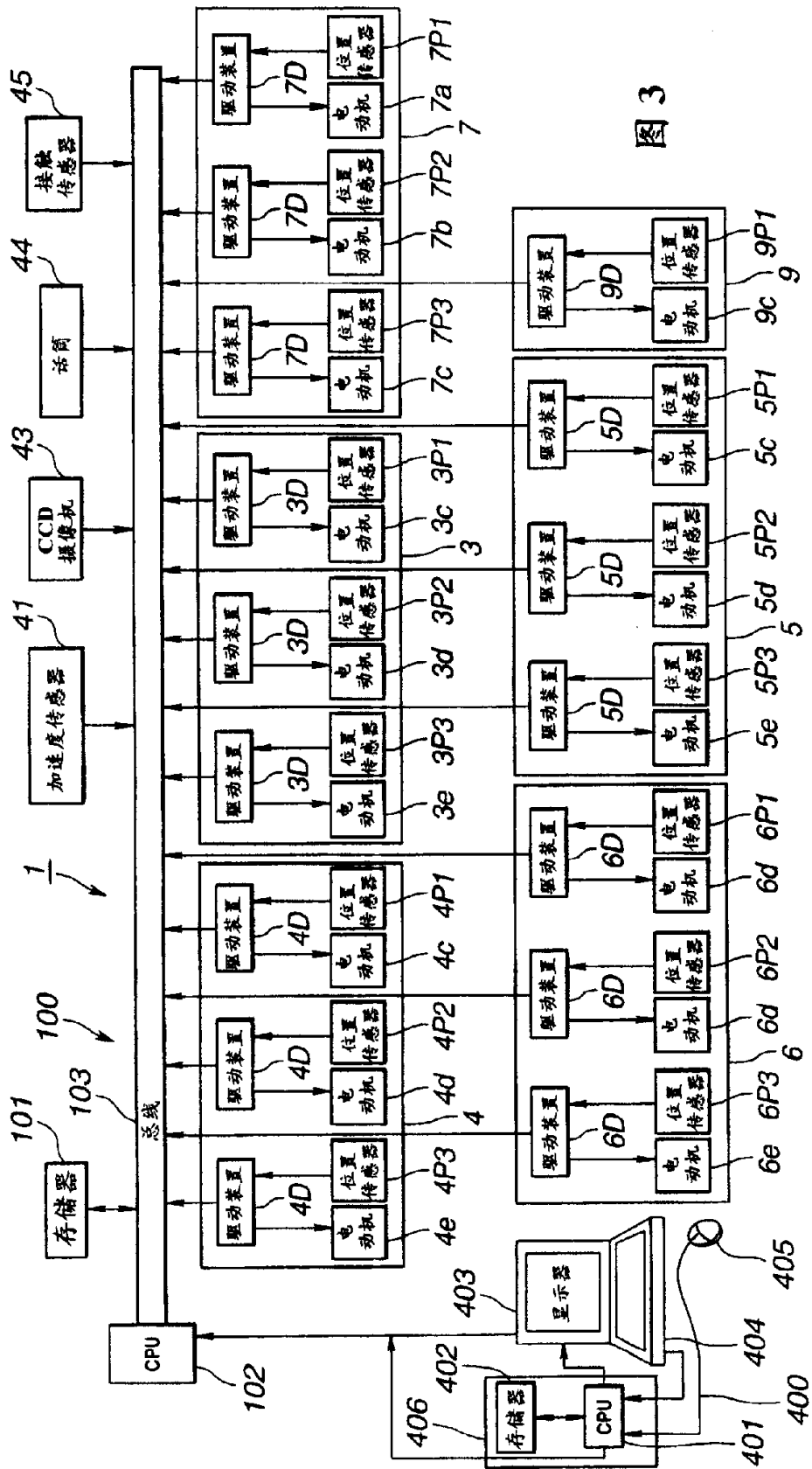


图 3

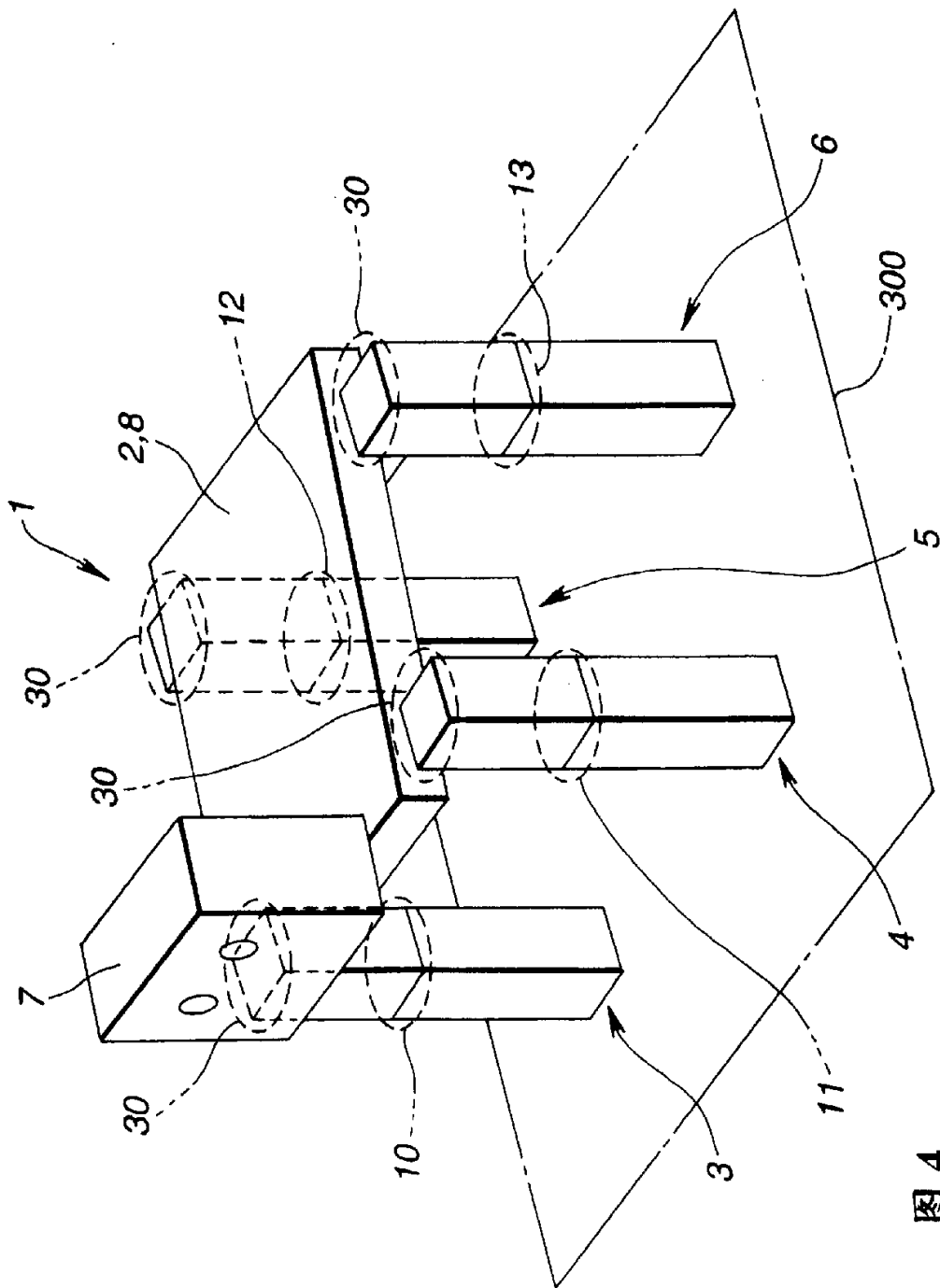


图 4

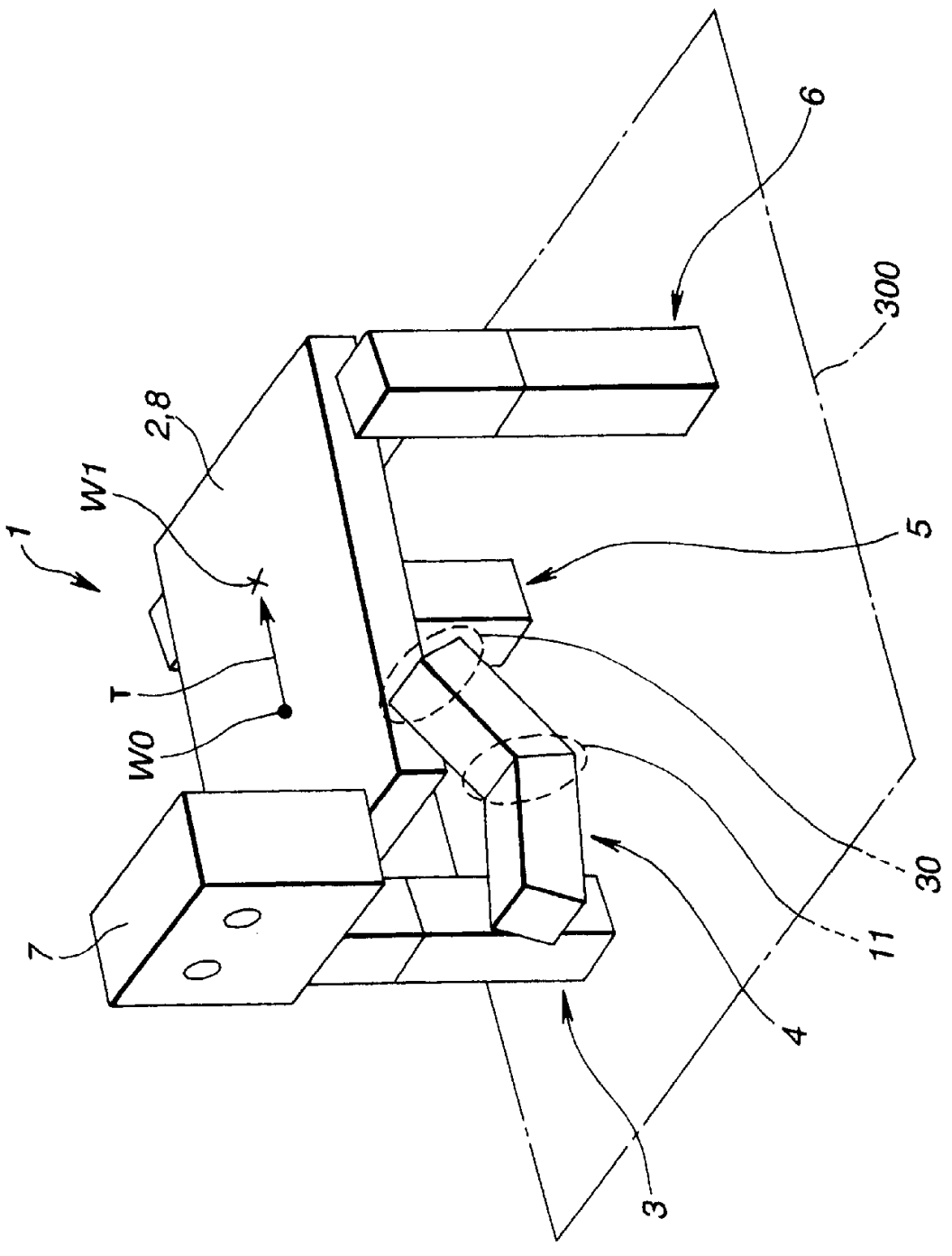


图 5

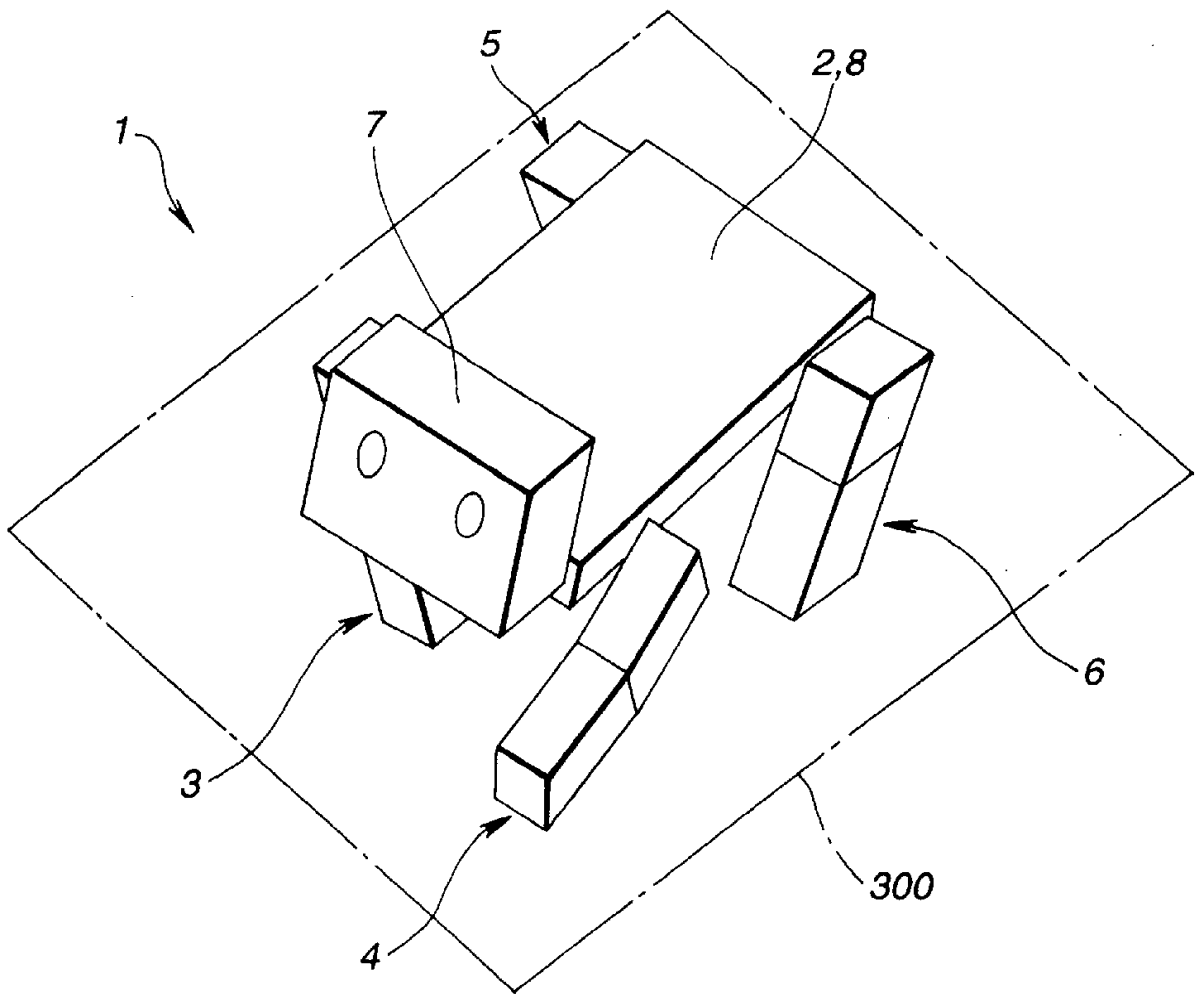


图 6

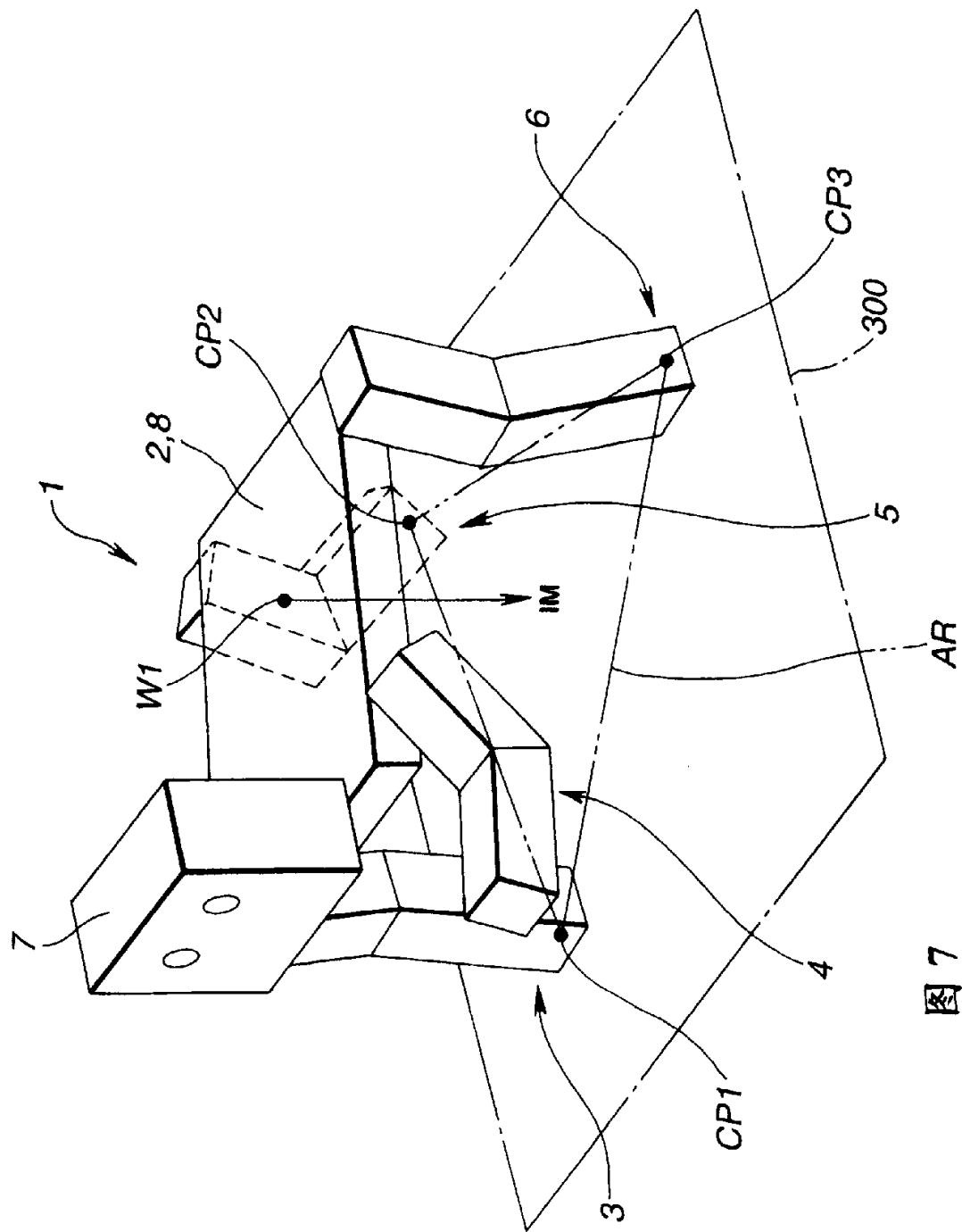


图 7



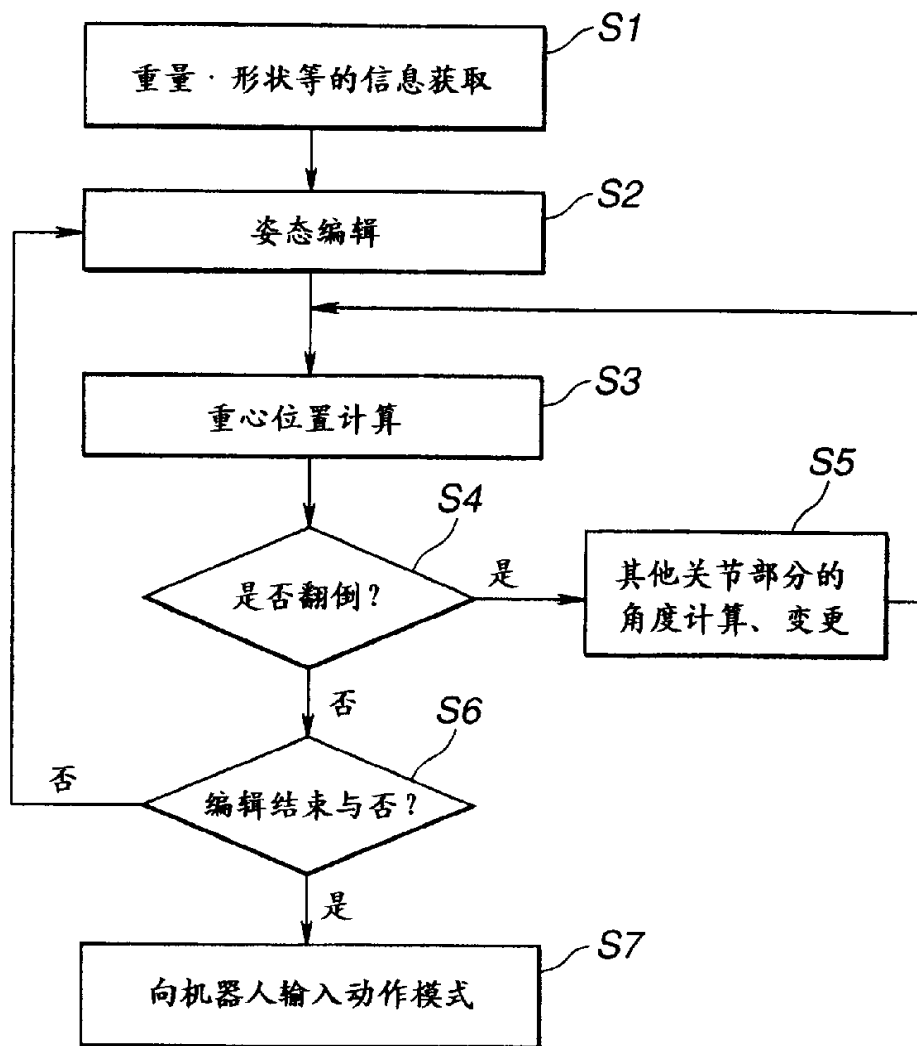


图 8

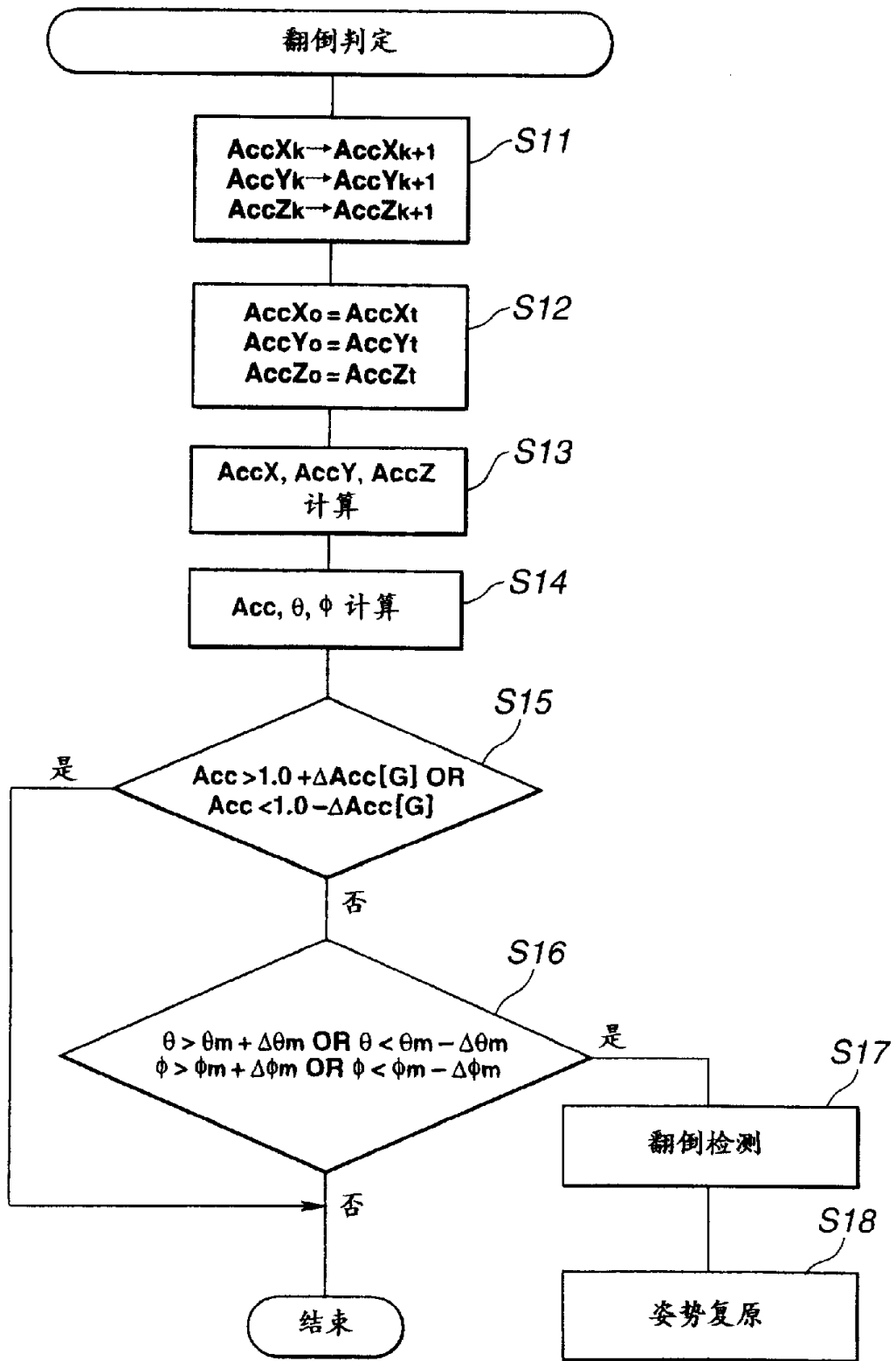


图 9

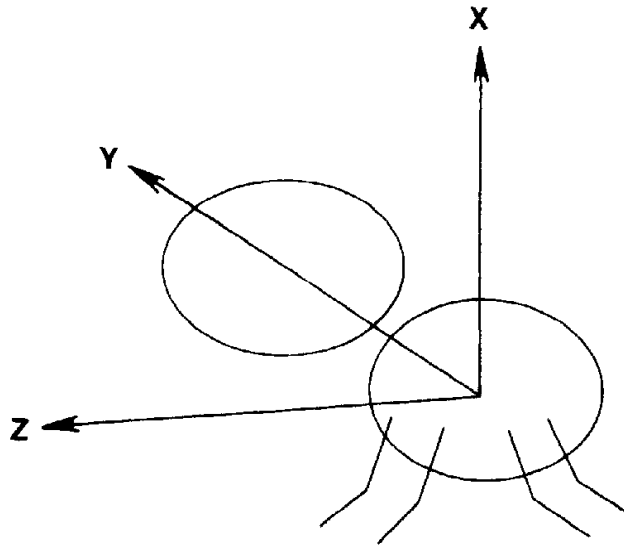


图 10A

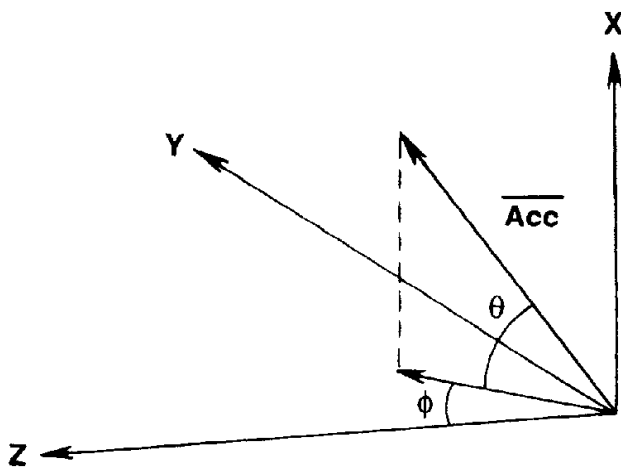


图 10B

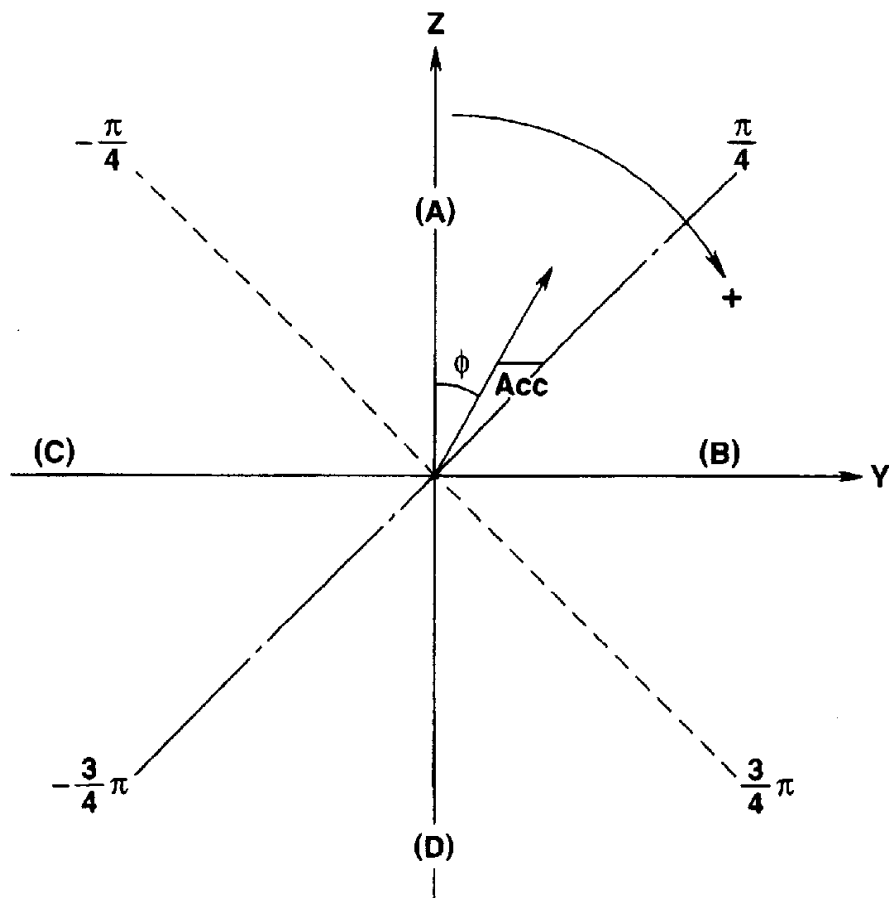
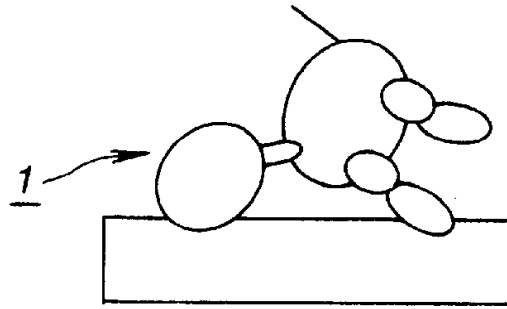


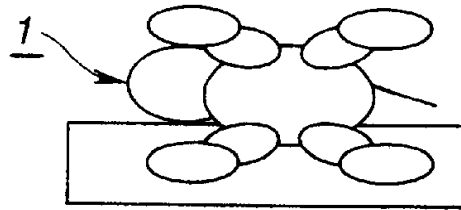
图 11

图 12A



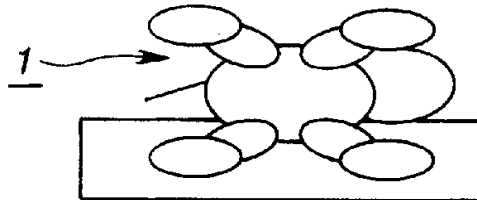
前方翻倒

图 12B



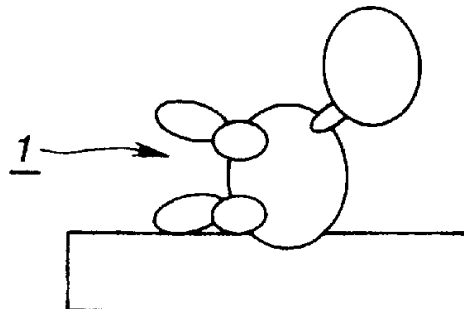
右侧翻倒

图 12C



左侧翻倒

图 12D



后方翻倒

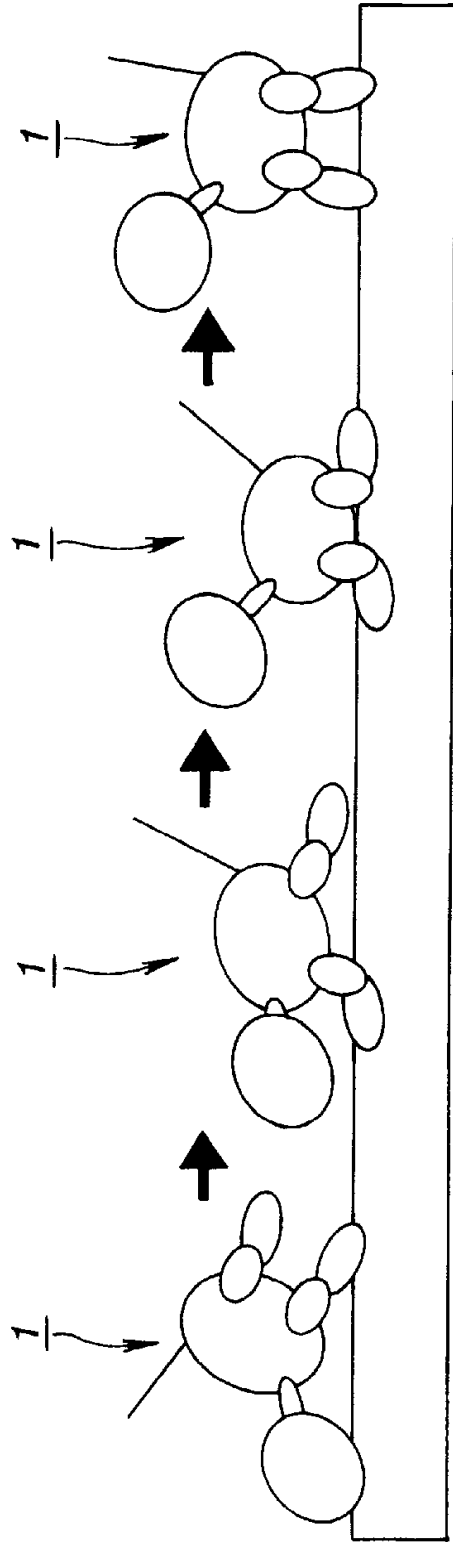


图 13

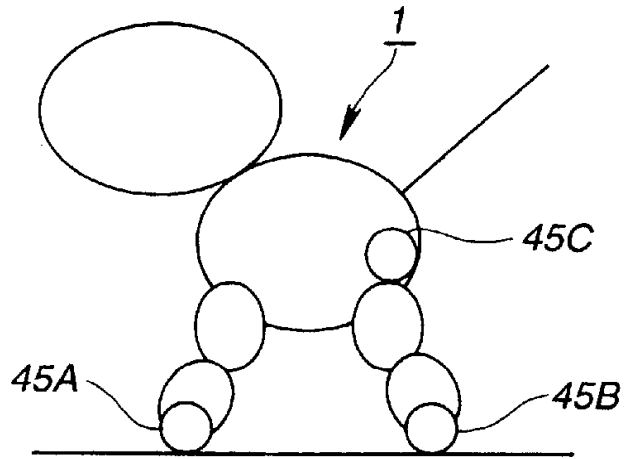


图 14

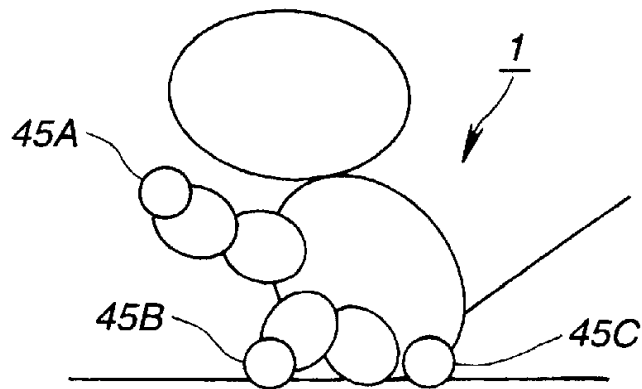


图 15

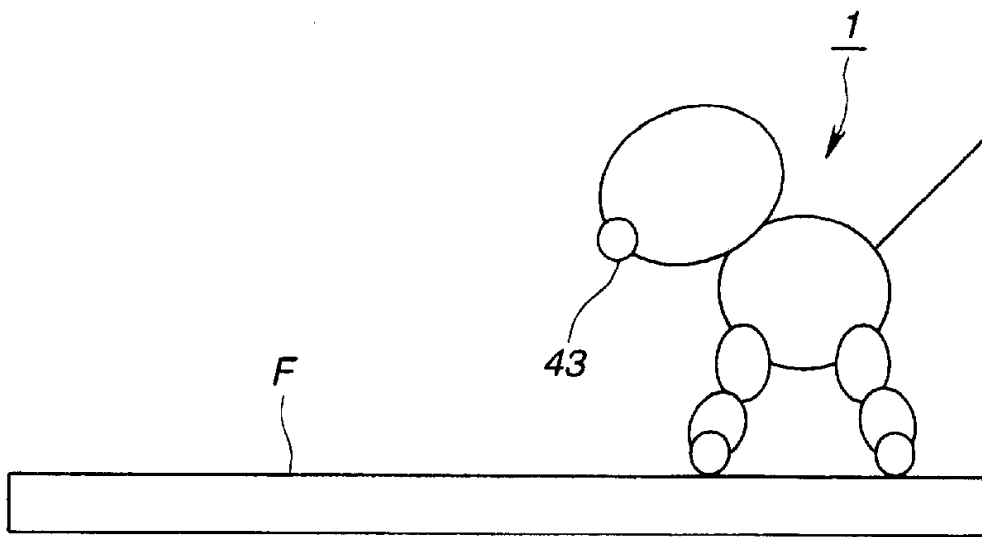
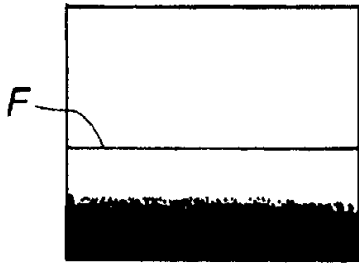


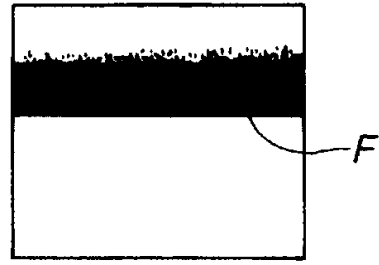
图 16





正常姿势时的图像

图 17A



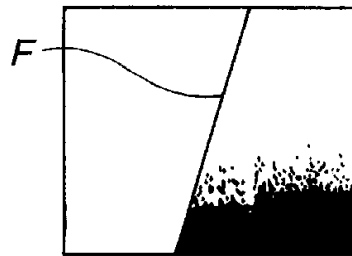
异常(天地颠倒)  
姿势时的图像

图 17B



异常(右侧倒)  
姿势时的图像

图 17C



异常(左侧倒)  
姿势时的图像

图 17D

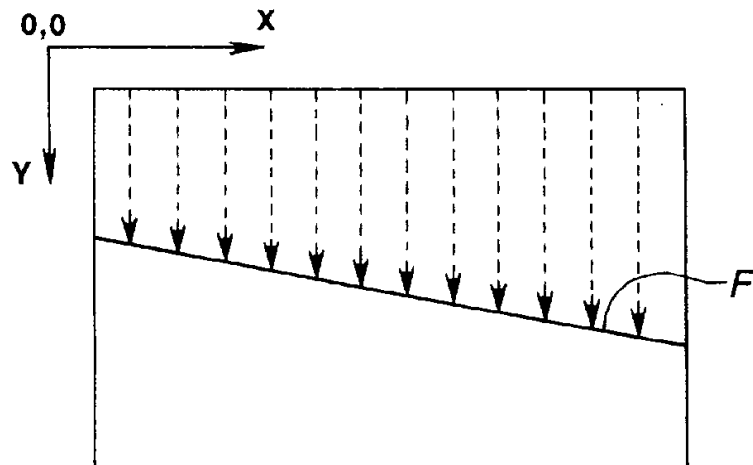


图 18

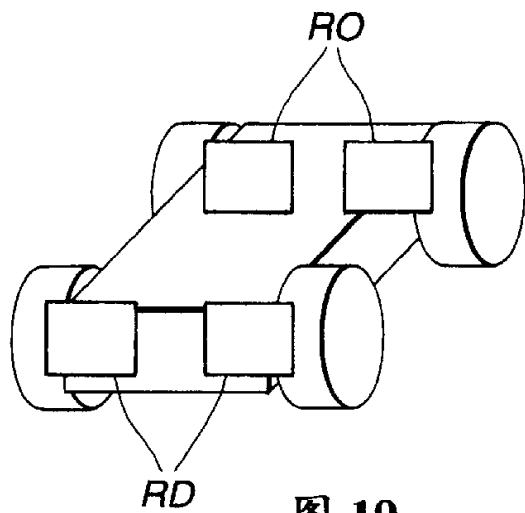


图 19

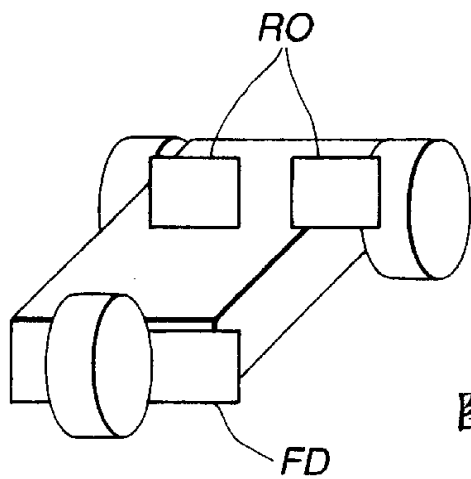


图 20

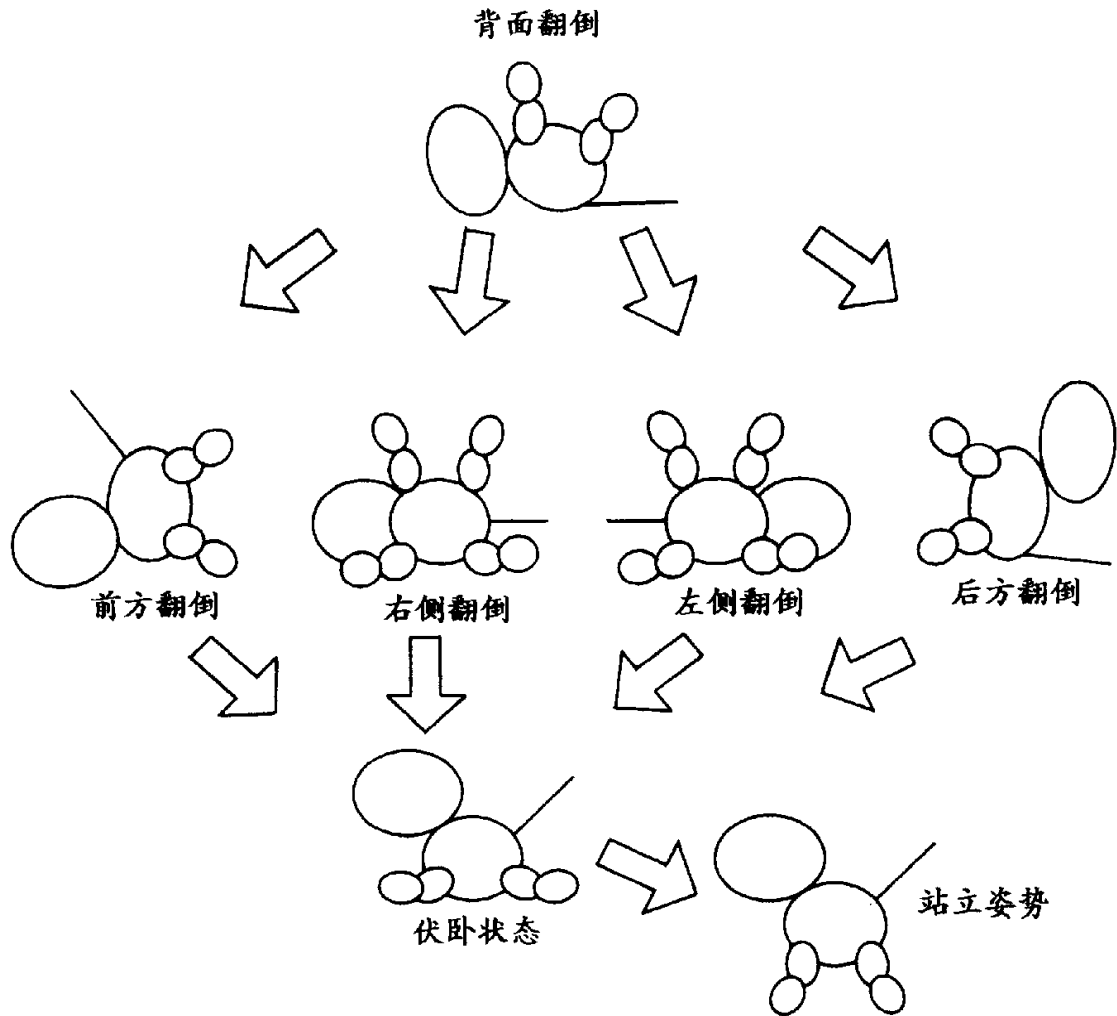


图 21