



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115485182 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 09

(21) 申请号 202180029487.4

(22) 申请日 2021.02.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115485182 A

(43) 申请公布日 2022.12.16

(30) 优先权数据  
2020-091308 2020.05.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.10.19

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2021/005932 2021.02.17

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/240912 JA 2021.12.02

(73) 专利权人 国立大学法人九州工业大学  
地址 日本福冈县

(72) 发明人 宫本弘之

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127  
专利代理师 于靖帅 杨俊波

(51) Int.Cl.  
B62D 15/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 112739606 A, 2021.04.30

审查员 颜水清

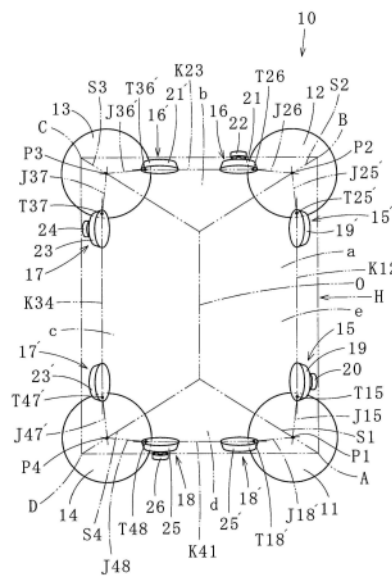
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

## (54) 发明名称

球体驱动式移动装置

## (57) 摘要

一种球体驱动式移动装置(10),其在行驶面(G)上行驶,该球体驱动式移动装置(10)具有4个以上的旋转体(15、15'、16、16'、17、17'、18、18'),该4个以上的旋转体以从2个不同的方向与4个驱动球体(11、12、13、14)接触的状态被驱动源(20、22、24、26)旋转驱动而使驱动球体旋转,其中,将行驶面设为水平面,各驱动球体的中心(P1、P2、P3、P4)位于假想倒四坡屋顶形五面体(H)的各侧边(S1、S2、S3、S4)上,该假想倒四坡屋顶形五面体(H)具有4个侧面(a、b、c、d)以及配置在比各驱动球体的中心高的位置的底面(e),并且顶边0配置在比各驱动球体的中心低的位置,各旋转体的旋转轴与一个侧面垂直,将该一个侧面设为对应侧面,各旋转体在比所接触的驱动球体的中心高的位置并且在假想倒四坡屋顶形五面体的内侧或对应侧面上与驱动球体接触。



1. 一种球体驱动式移动装置,其在行驶面上移动,具有4个驱动球体以及4个以上的旋转体,该4个驱动球体分别在所述行驶面上滚动,该4个以上的旋转体以从2个不同的方向与各所述驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使该驱动球体旋转,其特征在于,

将所述行驶面设为水平面,

各所述驱动球体的中心位于假想倒四坡屋顶形五面体的各侧边上,该假想倒四坡屋顶形五面体具有4个侧面以及配置在比各该驱动球体的中心高的位置的底面,并且远离该底面的顶边配置在比各该驱动球体的中心低的位置,

各所述旋转体的旋转轴与一个所述侧面垂直,将该一个侧面设为对应侧面,各所述旋转体在比所接触的所述驱动球体的中心高的位置并且在所述假想倒四坡屋顶形五面体的内侧或所述对应侧面上与该驱动球体接触。

2. 根据权利要求1所述的球体驱动式移动装置,其特征在于,

通过所述驱动球体与所述旋转体的触点和该驱动球体的中心的各假想直线J与该驱动球体的中心所在的所述侧边垂直。

3. 根据权利要求1所述的球体驱动式移动装置,其特征在于,

各所述旋转体呈圆锥台状,各所述旋转体的侧面与所述驱动球体接触,通过该驱动球体与该旋转体的侧面的触点和该驱动球体的中心的假想直线J与该旋转体的侧面垂直相交。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的球体驱动式移动装置,其特征在于,

所述假想倒四坡屋顶形五面体的各侧面与假想直线K平行,该假想直线K通过位于中心分别配置在构成该侧面的外缘的一部分的2个所述侧边上的2个所述驱动球体之间的所述旋转体与一方的该驱动球体的触点以及该旋转体与另一方的该驱动球体的触点。

5. 根据权利要求1或2所述的球体驱动式移动装置,其特征在于,

各所述驱动球体的大小相同,各所述旋转体呈大小相同的圆锥台状,各所述旋转体的侧面在相同的高度与所述驱动球体接触。

6. 一种球体驱动式移动装置,其在行驶面上移动,具有m个驱动球体和4-m个从动旋转物以及3个以上的旋转体,该m个驱动球体和4-m个从动旋转物分别在所述行驶面上滚动,该3个以上的旋转体以从2个不同的方向与各所述驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使所述驱动球体旋转,其中,m=2或3,其特征在于,

将所述行驶面设为水平面,

各所述驱动球体位于假想倒四坡屋顶形五面体的不同的侧边上,该假想倒四坡屋顶形五面体具有4个侧面以及配置在比各该驱动球体的中心高的位置的底面,并且远离该底面的顶边配置在比各该驱动球体的中心低的位置,

各所述旋转体的旋转轴与一个所述侧面垂直,将该一个侧面设为对应侧面,各所述旋转体在比所接触的所述驱动球体的中心高的位置并且在所述假想倒四坡屋顶形五面体的内侧或所述对应侧面上与该驱动球体接触。

7. 一种球体驱动式移动装置,其在行驶面上移动,具有2个以上的驱动球体以及3个以上的旋转体,该2个以上的驱动球体分别在所述行驶面上滚动,该3个以上的旋转体以从2个不同的方向与各所述驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使所述驱动球体旋转,其特征在于,

各所述驱动球体的中心位于假想倒四坡屋顶形五面体的各侧边上,该假想倒四坡屋顶形五面体具有4个侧面以及配置在比各该驱动球体的中心高的位置的底面,并且远离该底面的顶边配置在比各该驱动球体的中心低的位置,

各所述旋转体呈圆锥台状,各所述旋转体的侧面在比所接触的所述驱动球体的中心高的位置与该驱动球体接触。

8. 根据权利要求7所述的球体驱动式移动装置,其特征在于,所述驱动球体为4个,所述旋转体为8个,各该驱动球体与2个该旋转体接触。
9. 根据权利要求8所述的球体驱动式移动装置,其特征在于,所述驱动源为8个,分别对不同的所述旋转体进行旋转驱动。

## 球体驱动式移动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能够使球体旋转驱动而能够全方位移动的球体驱动式移动装置。

### 背景技术

[0002] 具有3个以上的球体以及对球体赋予旋转力的3个以上的驱动单元(驱动用马达)的移动装置(参照专利文献1)能够全方位移动,因此用于电动轮椅、自行式台车等是有效的。在专利文献1的移动装置中,分别通过驱动单元的驱动而被旋转驱动的2个旋转件从不同的方向与1个球体接触。在该移动装置中,旋转件和球体在与球体的中心相同的高度位置接触,设置有将球体按压于旋转件的惰轮(车轮型脚轮)。当旋转件空转时,移动装置无法向期望的方向前进,因此为了移动装置的稳定行驶,维持将球体按压于球体的状态很重要。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2010-30360号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 然而,在专利文献1的移动装置中,偶尔存在旋转件与球体成为非接触状态的情况。在将移动装置用于电动轮椅等、由使用者操纵移动装置的情况下,由使用者自身修正移动方向很容易,但在将移动装置用于自行式台车的情况等,存在以下问题:在不存在移动装置的操纵者的系统中,无法修正移动装置的移动方向,移动装置无法按照预定行驶。

[0008] 作为抑制旋转件空转的方法,考虑有将球体设为由弹性力不同的原材料构成的多层构造,但在该情况下,会导致旋转件的耐久性降低从而旋转件的磨损变得显著这样的其他问题。

[0009] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供如下的球体驱动式移动装置:能够抑制在与球体接触的状态下被驱动源旋转驱动的旋转体空转。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 符合上述目的的第1发明的球体驱动式移动装置在行驶面上移动,具有4个驱动球体以及4个以上的旋转体,该4个驱动球体分别在所述行驶面上滚动,该4个以上的旋转体以从2个不同的方向与各所述驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使该驱动球体旋转,其中,将所述行驶面设为水平面,各所述驱动球体的中心位于假想倒四坡屋顶形五面体的各侧边上,该假想倒四坡屋顶形五面体具有4个侧面以及配置在比各该驱动球体的中心高的位置的底面,并且远离该底面的顶边配置在比各该驱动球体的中心低的位置,各所述旋转体的旋转轴与一个所述侧面垂直,将该一个侧面设为对应侧面,各所述旋转体在比所接触的所述驱动球体的中心高的位置并且在所述假想倒四坡屋顶形五面体的内侧或所述对应侧面上与该驱动球体接触。

[0012] 符合上述目的的第2发明的球体驱动式移动装置在行驶面上移动,具有m个驱动球

体和 $4-m$ 个从动旋转物以及3个以上的旋转体,该 $m$ 个驱动球体和 $4-m$ 个从动旋转物分别在所述行驶面上滚动,该3个以上的旋转体以从2个不同的方向与各所述驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使所述驱动球体旋转,其中, $m=2$ 或 $3$ ,其中,将所述行驶面设为水平面,各所述驱动球体位于假想倒四坡屋顶形五面体的不同的侧边上,该假想倒四坡屋顶形五面体具有4个侧面以及配置在比各该驱动球体的中心高的位置的底面,并且远离该底面的顶边配置在比各该驱动球体的中心低的位置,各所述旋转体的旋转轴与一个所述侧面垂直,将该一个侧面设为对应侧面,各所述旋转体在比所接触的所述驱动球体的中心高的位置并且在所述假想倒四坡屋顶形五面体的内侧或所述对应侧面上与该驱动球体接触。

[0013] 符合上述目的的第3发明的球体驱动式移动装置在行驶面上移动,具有2个以上的驱动球体以及3个以上的旋转体,该2个以上的驱动球体分别在所述行驶面上滚动,该3个以上的旋转体以从2个不同的方向与各所述驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使所述驱动球体旋转,其中,各所述旋转体呈圆锥台状,各所述旋转体的侧面在比所接触的所述驱动球体的中心高的位置与该驱动球体接触。

[0014] 发明效果

[0015] 在第1、第2、第3发明的球体驱动式移动装置中,各旋转体在比驱动球体的中心高的位置与驱动球体接触,因此球体驱动式移动装置自身的载荷或载置于球体驱动式移动装置的物体的载荷经由旋转体而施加于驱动球体,能够将旋转体可靠地按压于驱动球体,能够抑制在与驱动球体接触的状态下被驱动源旋转驱动的旋转体空转。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明的一个实施例的球体驱动式移动装置的省略了一部分的主视图。

[0017] 图2是该球体驱动式移动装置的省略了一部分的侧视图。

[0018] 图3是示出该球体驱动式移动装置的驱动球体和旋转体的配置的俯视图。

[0019] 图4是示出该球体驱动式移动装置的坐标系的说明图。

[0020] 图5是对该球体驱动式移动装置的驱动球体的角速度的导出进行说明的说明图。

## 具体实施方式

[0021] 接下来,参照附图对本发明具体化的实施例进行说明,以供理解本发明。

[0022] 如图1、图2、图3所示,本发明的一个实施例的球体驱动式移动装置10是在行驶面G上移动的装置,具有4个驱动球体11、12、13、14和4个以上(在本实施例中为8个)的旋转体15、15'、16、16'、17、17'、18、18',该4个驱动球体11、12、13、14分别在行驶面G上滚动,该4个以上(在本实施例中为8个)的旋转体15、15'、16、16'、17、17'、18、18'以从2个不同的方向与各驱动球体11、12、13、14接触的状态被作为驱动源的一例的马达20、22、24、26旋转驱动而使驱动球体11、12、13、14旋转。以下,进行详细说明。

[0023] 在本实施例中,如图1、图2、图3所示,驱动球体11、12、13、14是大小相同(直径相等)的圆球,俯视时驱动球体11、12、13、14逆时针配置。在以行驶面G作为水平面而将驱动球体11、12、13、14置于行驶面G上的状态下,驱动球体11的中心P1、驱动球体12的中心P2、驱动球体13的中心P3、驱动球体14的中心P4位于相同的高度。以下,假设行驶面G为水平面,驱动球体11、12、13、14置于行驶面G上。另外,在图3中,描绘了俯视驱动球体11、12、13、14和旋转

体15、15'、16、16'、17、17'、18、18'等时的情形。

[0024] 旋转体15、15'、16、16'、17、17'、18、18'是大小相同并且形状相同的圆锥台状的部件,配置于相同的高度位置。

[0025] 旋转体15的侧面19与驱动球体11接触,旋转体15'的侧面19'与驱动球体12接触。旋转体15、15'通过具有链条、滑轮等的动力传递单元(未图示,以下相同)而连接,被安装于旋转体15的马达20旋转驱动,向相同方向以相同转速旋转。

[0026] 旋转体16的侧面21与驱动球体12接触,旋转体16'的侧面21'与驱动球体13接触。旋转体16、16'通过动力传递单元而连接,被安装于旋转体16的马达22旋转驱动,向相同方向以相同转速旋转。旋转体17的侧面23与驱动球体13接触,旋转体17'的侧面23'与驱动球体14接触。旋转体17、17'通过动力传递单元而连接,被安装于旋转体17的马达24旋转驱动,向相同方向以相同转速旋转。旋转体18的侧面25与驱动球体14接触,旋转体18'的侧面25'与驱动球体11接触。旋转体18、18'通过动力传递单元而连接,被安装于旋转体18的马达26旋转驱动,向相同方向以相同转速旋转。

[0027] 旋转体15、18'从不同的方向与驱动球体11接触,旋转体16、15'从不同的方向与驱动球体12接触,旋转体17、16'从不同的方向与驱动球体13接触,旋转体18、17'从不同的方向从与驱动球体14接触。

[0028] 另外,对驱动球体11、12、13、14进行定位的未图示的球式脚轮(也可以是惰轮)分别与驱动球体11、12、13、14接触。马达20、22、24、26安装于对球式脚轮进行支承的基座部件27(参照图1、图2)。

[0029] 将驱动球体11与旋转体15的侧面19及旋转体18'的侧面25'接触的触点分别设为触点T15、T18',将驱动球体12与旋转体16的侧面21及旋转体15'的侧面19'接触的触点分别设为触点T26、T25',将驱动球体13与旋转体17的侧面23及旋转体16'的侧面21'接触的触点分别设为触点T37、T36',将驱动球体14与旋转体18的侧面25及旋转体17'的侧面23'接触的触点分别设为触点T48、T47',触点T15、T18'、T26、T25'、T37、T36'、T48、T47'在比驱动球体11的中心P1、驱动球体12的中心P2、驱动球体13的中心P3以及驱动球体14的中心P4高的位置配置于相同高度。

[0030] 由此,旋转体15、18'在比驱动球体11的中心P1高的位置与驱动球体11接触,旋转体16、15'在比驱动球体12的中心P2高的位置与驱动球体12接触,旋转体17、16'在比驱动球体13的中心P3高的位置与驱动球体13接触,旋转体18、17'在比驱动球体14的中心P4高的位置与驱动球体14接触。并且,旋转体15的侧面19、旋转体15'的侧面19'、旋转体16的侧面21、旋转体16'的侧面21'、旋转体17的侧面23、旋转体17'的侧面23'、旋转体18的侧面25以及旋转体18'的侧面25'在相同高度与驱动球体11、12、13、14接触。

[0031] 通过如本实施方式那样将旋转体15设为圆锥台状而非圆柱状,能够提高旋转体15相对于驱动球体11的配置的自由度。假设在将旋转体15设为圆柱状的情况下,要想使旋转体15的侧面19与驱动球体11接触,需要将旋转体15的旋转轴配置为与通过驱动球体11的中心P1和触点T15的假想直线J15(假想直线J的一例)垂直。

[0032] 与此相对,圆锥台状的旋转体15的旋转轴不需要与通过驱动球体11的中心P1和触点T15的假想直线J15垂直,旋转体15的旋转轴相对于假想直线J15的朝向能够通过旋转体15的侧面19相对于上表面和底面的角度调整来调节。因此,能够将旋转体15的旋转轴配置

为期望的朝向。

[0033] 关于该点,对于旋转体15'、16、16'、17、17'、18、18'也是同样的。

[0034] 这里,如图1、图2、图3所示,将具有4个侧面a、b、c、d以及配置在比驱动球体11的中心P1、驱动球体12的中心P2、驱动球体13的中心P3、驱动球体14的中心P4高的位置的矩形(长方形或正方形)的底面e、并且远离底面e的顶边0配置在比驱动球体11的中心P1、驱动球体12的中心P2、驱动球体13的中心P3以及驱动球体14的中心P4低的位置的四坡屋顶形状的五面体设为假想倒四坡屋顶形五面体H,则在本实施例中,球体驱动式移动装置10设计为满足后述的条件1~6。

[0035] 在假想倒四坡屋顶形五面体H中,将底面e的4个顶点分别设为顶点A、B、C、D,侧面a是以顶点A、B和顶边0的两端作为4个顶点的四边形(在本实施例中为梯形),侧面b是以顶点B、C和顶边0的一端作为3个顶点的三角形(在本实施例中为等边三角形),侧面c是以顶点C、D和顶边0的两端作为4个顶点的四边形(在本实施例中为梯形),侧面d是以顶点A、D和顶边0的另一端作为3个顶点的三角形(在本实施例中为等边三角形)。并且,将连接顶边0的另一端和顶点A的直线状的边设为侧边S1,将连接顶边0的一端和顶点B的直线状的边设为侧边S2,将连接顶点0的一端和顶点C的直线状的边设为侧边S3,将连接顶边0的另一端和顶点D的直线状的边设为侧边S4。在本实施例中,底面e为长方形,侧边S1、S2、S3、S4为相同的长度。

[0036] 条件1:驱动球体11的中心P1、驱动球体12的中心P2、驱动球体13的中心P3以及驱动球体14的中心P4分别位于侧边S1、S2、S3、S4上。

[0037] 条件2:旋转体15、18'在假想倒四坡屋顶形五面体H的内侧与驱动球体11接触(触点T15、T18'位于假想倒四坡屋顶形五面体H内),旋转体16、15'在假想倒四坡屋顶形五面体H的内侧与驱动球体12接触(触点T26、T25'位于假想倒四坡屋顶形五面体H内),旋转体17、16'在假想倒四坡屋顶形五面体H的内侧与驱动球体13接触(触点T37、T36'位于假想倒四坡屋顶形五面体H内),旋转体18、17'在假想倒四坡屋顶形五面体H的内侧与驱动球体14接触(触点T48、T47'位于假想倒四坡屋顶形五面体H内)。

[0038] 条件3:旋转体15、15'的各旋转轴与侧面a(假想倒四坡屋顶形五面体H的一个侧面)垂直,旋转体16、16'的各旋转轴与侧面b(假想倒四坡屋顶形五面体H的一个侧面)垂直,旋转体17、17'的各旋转轴与侧面c(假想倒四坡屋顶形五面体H的一个侧面)垂直,旋转体18、18'的各旋转轴与侧面d(假想倒四坡屋顶形五面体H的一个侧面)垂直。另外,在本实施例中,与旋转体15、15'的各旋转轴垂直的侧面a是旋转体15、15'的对应侧面,与旋转体16、16'的各旋转轴垂直的侧面b是旋转体16、16'的对应侧面,与旋转体17、17'的各旋转轴垂直的侧面c是旋转体17、17'的对应侧面,与旋转体18、18'的各旋转轴垂直的侧面d是旋转体18、18'的对应侧面。

[0039] 根据条件3,可以说,在本实施例中,与驱动球体11接触的旋转体15、18'的各旋转轴不平行,与驱动球体12接触的旋转体16、15'的各旋转轴不平行,与驱动球体13接触的旋转体17、16'的各旋转轴不平行,与驱动球体14接触的旋转体18、17'的各旋转轴不平行。

[0040] 在本实施例中,驱动球体11、12、13、14和旋转体15、15'、16、16'、17、17'、18、18'配置为满足条件1、2、3,通过调整马达20、22、24、26的转速,能够在抑制了驱动球体11相对于旋转体15、18'的横向滑动、驱动球体12相对于旋转体16、15'的横向滑动、驱动球体13相对

于旋转体17、16'的横向滑动以及驱动球体14相对于旋转体18、17'的横向滑动的状态下,使球体驱动式移动装置10在行驶面G上向任何方向移动。另外,例如,旋转体18'旋转而对驱动球体11赋予旋转力的状态下的驱动球体11相对于旋转体15的横向滑动是指驱动球体11相对于旋转体15在触点T15处的相对运动为以触点T15为中心的回转运动以外的运动,如果产生驱动球体11相对于旋转体15的横向移动,则会助长旋转体15和驱动球体11的磨损。

[0041] 而且,由于旋转体15、18'在比驱动球体11的中心P1高的位置与驱动球体11接触,因此铅直分量的力通过旋转体15、18'而作用于驱动球体11,关于该点,旋转体16、15'对驱动球体12、旋转体17、16'对驱动球体13、旋转体18、17'对驱动球体14分别也是同样的。因此,能够利用基座部件27或载置于基座部件27的重物等的自重而将旋转体15、18'按压于驱动球体11,将旋转体16、15'按压于驱动球体12,将旋转体17、16'按压于驱动球体13,将旋转体18、17'按压于驱动球体14,能够抑制旋转体15、15'、16、16'、17、17'、18、18'空转。

[0042] 在触点T15、T25'存在于比驱动球体11的中心P1和驱动球体12的中心P2稍高的位置的情况下,即使旋转体15、15'在假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面a(对应侧面)上分别与驱动球体11、12接触,实质上驱动球体11也不会相对于旋转体15横向滑动,驱动球体12也不会相对于旋转体15'横向滑动,这在旋转体16、16'与驱动球体12、13、旋转体17、17'与驱动球体13、14以及旋转体18、18'与驱动球体14、11的关系中也分别是同样的。

[0043] 因此,也可以设计为满足以下的条件2'来代替条件2。

[0044] 条件2':旋转体15、15'在假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面a(旋转体15、15'的对应侧面)上分别与驱动球体11、12接触,旋转体16、16'在假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面b(旋转体16、16'的对应侧面)上分别与驱动球体12、13接触,旋转体17、17'在假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面c(旋转体17、17'的对应侧面)上分别与驱动球体13、14接触,旋转体18、18'在假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面d(旋转体18、18'的对应侧面)上分别与驱动球体14、11接触。

[0045] 这里,从稳定地抑制产生旋转体15、18'相对于驱动球体11的空转等各旋转体相对于所接触的驱动球体的空转的观点出发,通过验证而确认了:优选为,除了条件1、2、3之外,还满足以下的条件4、5、6中的1个(更优选为满足2个)。另外,对于抑制旋转体相对于驱动球体空转,满足条件1、2、3的条件比满足条件4、5、6的条件重要。

[0046] 条件4:如图1、图2所示,通过驱动球体11与旋转体15的触点T15和驱动球体11的中心P1的假想直线J15、通过驱动球体11与旋转体18'的触点T18'和驱动球体11的中心P1的假想直线J18'(假想直线J的一例)与驱动球体11的中心P1所在的侧边S1垂直。通过驱动球体12与旋转体16的触点T26和驱动球体12的中心P2的假想直线J26(假想直线J的一例)、通过驱动球体12与旋转体15'的触点T25'和驱动球体12的中心P2的假想直线J25'(假想直线J的一例)与驱动球体12的中心P2所在的侧边S2垂直。通过驱动球体13与旋转体17的触点T37和驱动球体13的中心P3的假想直线J37(假想直线J的一例)、通过驱动球体13与旋转体16'的触点T36'和驱动球体13的中心P3的假想直线J36'(假想直线J的一例)与驱动球体13的中心P3所在的侧边S3垂直。通过驱动球体14与旋转体18的触点T48和驱动球体14的中心P4的假想直线J48(假想直线J的一例)、通过驱动球体14与旋转体17'的触点T47'和驱动球体14的中心P4的假想直线J47'(假想直线J的一例)与驱动球体14的中心P4所在的侧边S4垂直。

[0047] 条件5:通过驱动球体11与旋转体15的触点T15和驱动球体11的中心P1的假想直线

J15与旋转体15的侧面19垂直相交,通过驱动球体11与旋转体18'的触点T18'和驱动球体11的中心P1的假想直线J18'与旋转体18'的侧面25'垂直相交。通过驱动球体12与旋转体16的触点T26和驱动球体12的中心P2的假想直线J26与旋转体16的侧面21垂直相交,通过驱动球体12与旋转体15'的触点T25'和驱动球体12的中心P2的假想直线J25'与旋转体15'的侧面19'垂直相交。通过驱动球体13与旋转体17的触点T37和驱动球体13的中心P3的假想直线J37与旋转体17的侧面23垂直相交,通过驱动球体13与旋转体16'的触点T36'和驱动球体13的中心P3的假想直线J36'与旋转体16'的侧面21'垂直相交。通过驱动球体14与旋转体18的触点T48和驱动球体14的中心P4的假想直线J48与旋转体18的侧面25垂直相交,通过驱动球体14与旋转体17'的触点T47'和驱动球体14的中心P4的假想直线J47'与旋转体17'的侧面23'垂直相交。

[0048] 条件6:假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面a与假想直线K12(假想直线K的一例)平行,该假想直线K12通过位于2个驱动球体11、12之间的旋转体15、15'(这里为旋转体15)与一方的驱动球体11的触点T15以及旋转体15、15'(这里为旋转体15')与另一方的驱动球体12的触点T25',其中,该2个驱动球体11、12的中心P1、P2分别配置于构成侧面a的外缘的一部分的2个侧边S1、S2。侧面b与假想直线K23(假想直线K的一例)平行,该假想直线K23通过位于2个驱动球体12、13之间的旋转体16、16'(这里为旋转体16)与一方的驱动球体12的触点T26以及旋转体16、16'(这里为旋转体16')与另一方的驱动球体13的触点T36',其中,该2个驱动球体12、13的中心P2、P3分别配置于构成侧面b的外缘的一部分的2个侧边S2、S3。侧面c与假想直线K34(假想直线K的一例)平行,该假想直线K34通过位于2个驱动球体13、14之间的旋转体17、17'(这里为旋转体17)与一方的驱动球体13的触点T37以及旋转体17、17'(这里为旋转体17')与另一方的驱动球体14的触点T47',其中,该2个驱动球体13、14的中心P3、P4分别配置于构成侧面c的外缘的一部分的2个侧边S3、S4。侧面d与假想直线K41(假想直线K的一例)平行,该假想直线K41通过位于2个驱动球体14、11之间的旋转体18、18'(这里为旋转体18)与一方的驱动球体14的触点T48以及旋转体18、18'(这里为旋转体18')与另一方的驱动球体11的触点T18',其中,该2个驱动球体14、11的中心P4、P1分别配置于构成侧面d的外缘的一部分的2个侧边S4、S1。

[0049] 接下来,对通过调整马达20、22、24、26的转速而能够自如地控制球体驱动式移动装置10平移移动时的移动速度和回转运动时的旋转角速度的情况进行说明。

[0050] 这里,如下定义球体驱动式移动装置10的各值。即,如图4所示,将从以驱动球体11、12、13、14的各中心P1、P2、P3、P4作为4个顶点的长方形的中心(以下,称为“机构中心”)到驱动球体11、12、13、14的各中心P1、P2、P3、P4的距离分别设为1,将分别连接机构中心和驱动球体11、12、13、14的各中心P1、P2、P3、P4的线段与x轴所成的角度分别设为 $\psi_1$ 、 $\psi_2$ 、 $\psi_3$ 、 $\psi_4$ 。

[0051] 将旋转体15、15'的角速度设为 $\lambda_1$ ,将旋转体16、16'的角速度设为 $\lambda_2$ ,将旋转体17、17'的角速度设为 $\lambda_3$ ,将旋转体18、18'的角速度设为 $\lambda_4$ ,将机构中心的平移移动速度的x轴方向分量和y轴方向分量分别设为 $v_x$ 、 $v_y$ 。将俯视时的球体驱动式移动装置10的逆时针的旋转方向设为正方向,将机构中心的转速设为 $\omega$ 。另外,将假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面a、b、c、d相对于行驶面G的倾斜角度设为 $\alpha$ 。

[0052] 这里,求取旋转体17'处于停止状态并且旋转体18旋转的情况下的驱动球体14的

角速度,基于该结果,导出旋转体18处于停止状态并且旋转体17' 旋转的情况下的驱动球体14的角速度、其他驱动球体11、12、13的角速度。

[0053] 将驱动球体14的半径设为R,如图5所示,将圆锥台状的旋转体18的与驱动球体14接触的部分(与触点T48对应的部分)的半径设为r。触点T48配置在从假想倒四坡屋顶形五面体H的侧面d向内侧前进 $R\cos^2\alpha$ 的位置并且从驱动球体14的中心P4向上方前进 $R\cos\alpha$ 的位置。

[0054] 通过旋转体17' 处于停止并且旋转体18旋转,驱动球体14以通过驱动球体14与旋转体17' 的触点T47' 和驱动球体14的中心P4的直线(即,假想直线J47')作为旋转轴而旋转(另外,该旋转轴与旋转体18的旋转轴平行)。将此时的驱动球体14的旋转角速度设为 $\eta$ ,驱动球体14在驱动球体14与旋转体18的触点T48处的圆周速度为 $r\lambda_4$ ,因此根据

$r\lambda_4 = \eta R\sqrt{(1 - \cos^4\alpha)}$ ,以下的式(1)成立。

[0055] [数学式1]

$$[0056] \quad \eta = \frac{r\lambda_4}{R\sqrt{1 - \cos^4\alpha}} \quad (1)$$

[0057] 如图5所示,驱动球体14在行驶面G与驱动球体14的触点处的旋转半径为 $R\sin\alpha$ ,因此驱动球体14在行驶面G与驱动球体14的触点处的圆周速度、即驱动球体14在x方向上的移动速度 $v_{x4}$ 由以下的式(2)表示。

[0058] [数学式2]

$$[0059] \quad \begin{aligned} v_{x4} &= \eta R \sin \alpha = \frac{r\lambda_4}{R\sqrt{1 - \cos^4\alpha}} R \sin \alpha \quad (2) \\ &= \frac{r\lambda_4}{\sqrt{1 + \cos^2\alpha}} \end{aligned}$$

[0060] 同样地,驱动球体14在y方向上的移动速度 $v_{y4}$ 由以下的式(3)表示。

[0061] [数学式3]

$$[0062] \quad v_{y4} = -\frac{r\lambda_3}{\sqrt{1 + \cos^2\alpha}} \quad (3)$$

[0063] 因此,在 $k=r/\sqrt{(1 + \cos^2\alpha)}$ 的情况下,各驱动球体11、12、13、14在x方向和y方向上的移动速度由以下的式(4)表示。

[0064] [数学式4]

$$\begin{aligned}
 v_{x1} &= k\lambda_4 = v_x - l\omega \sin \psi_1, \\
 v_{y1} &= k\lambda_1 = v_y + l\omega \cos \psi_1, \\
 v_{y2} &= k\lambda_1 = v_y + l\omega \cos \psi_2, \\
 v_{x2} &= -k\lambda_2 = v_x - l\omega \sin \psi_2, \\
 [0065] \quad v_{x3} &= -k\lambda_2 = v_x - l\omega \sin \psi_3, \\
 v_{y3} &= -k\lambda_3 = v_y + l\omega \cos \psi_3, \\
 v_{y4} &= -k\lambda_3 = v_y + l\omega \cos \psi_4, \\
 v_{x4} &= k\lambda_4 = v_x - l\omega \sin \psi_4
 \end{aligned} \tag{4}$$

[0066] 另外,由于 $\sin\psi_2=\sin\psi_3=-\sin\psi_1=-\sin\psi_4$ , $\cos\psi_2=\cos\psi_1=-\cos\psi_3=-\cos\psi_4$ ,因此假设 $\psi=\psi_2$ ,则成为以下的式(5),得到了以下的式(6)。

[0067] [数学式5]

$$\begin{aligned}
 k\lambda_1 &= v_y + l\omega \cos \psi, \\
 k\lambda_2 &= -v_x + l\omega \sin \psi, \\
 [0068] \quad k\lambda_3 &= -v_y + l\omega \cos \psi, \\
 k\lambda_4 &= v_x + l\omega \sin \psi
 \end{aligned} \tag{5}$$

[0069] [数学式6]

$$[0070] \quad \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \end{pmatrix} = \frac{\sqrt{1 + \cos^2 \alpha}}{r} \begin{pmatrix} 0 & 1 & l \cos \psi \\ -1 & 0 & l \sin \psi \\ 0 & -1 & l \cos \psi \\ 1 & 0 & l \sin \psi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{pmatrix} \tag{6}$$

[0071] 根据式(6)可知,通过调整马达20、22、24、26的转速,能够自如地控制球体驱动式移动装置10平移移动时的移动速度和回转运动时的旋转角速度。

[0072] 并且,通过如本实施例那样以假想倒四坡屋顶形五面体为基准来决定各驱动球体及各旋转体等的配置,如果将假想倒四坡屋顶形五面体的各侧面的倾斜角度固定,则具有以下优点:即使改变以各驱动球体的中心作为4个顶点的长方形的短边与长边的长度之比,也无需改变各旋转体的大小和形状。

[0073] 关于该点,在代替假想倒四坡屋顶形五面体而以四棱锥上下颠倒所得到的假想倒四棱锥为基准来决定各驱动球体及各旋转体等的配置的情况下,需要根据以各驱动球体的中心作为4个顶点的长方形的短边与长边的长度之比来改变各旋转体的形状。

[0074] 至此所说明的球体驱动式移动装置10在相邻的驱动球体之间设置有2个旋转体(例如,在驱动球体11、12之间设置有旋转体15、15'),总计具有8个旋转体,但也可以将设置于相邻的驱动球体之间的旋转体数量设为1个,使该旋转体与相邻的驱动球体双方接触,在该情况下,旋转体总计为4个。由此,在使旋转体从2个不同的方向与4个驱动球体分别接触的球体驱动式移动装置中,旋转体的最小总计数量为4个。

[0075] 并且,球体驱动式移动装置10具有4个驱动球体,但球体驱动式移动装置只要具有2个或3个驱动球体就能够进行全方位的平移移动和顺时针及逆时针的回转。在驱动球体为

2个或3个的球体驱动式移动装置中能够抑制旋转体空转的装置如下。即,一种球体驱动式移动装置,其在行驶面上移动,具有: $m$ (其中, $m=2$ 或 $3$ )个驱动球体和 $4-m$ 个从动旋转物以及3个以上的旋转体,该 $m$ 个驱动球体和 $4-m$ 个从动旋转物分别在行驶面上滚动;该3个以上的旋转体以从2个不同的方向与各驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使驱动球体旋转,其中,将行驶面设为水平面,各驱动球体位于假想倒四坡屋顶形五面体的不同的侧边上,该假想倒四坡屋顶形五面体具有4个侧面以及配置在比各驱动球体的中心高的位置的底面、并且远离底面的顶边配置在比各驱动球体的中心低的位置,各旋转体的旋转轴与一个侧面垂直,将该一个侧面设为对应侧面,各旋转体在比所接触的驱动球体的中心高的位置并且在假想倒四坡屋顶形五面体的内侧或对应侧面上与驱动球体接触。

[0076] 并且,在利用基座部件等的载荷而将旋转体按压于驱动球体以抑制旋转体空转的观点下,旋转体及其旋转轴不需要相对于假想倒四坡屋顶形五面体为上述的配置,只要旋转体在比所接触的驱动球体的中心高的位置与该驱动球体接触即可。在该情况下,要想提高各旋转体的配置的自由度,优选将侧面与驱动球体接触的旋转体设为圆锥台状。

[0077] 由此,在抑制了旋转体空转的基础上提高旋转体的配置的自由度的球体驱动式移动装置在行驶面上移动,该球体驱动式移动装置具有:2个以上的驱动球体;以及3个以上的旋转体,它们以从2个不同的方向与各驱动球体接触的状态被驱动源旋转驱动而使驱动球体旋转,其中,各旋转体呈圆锥台状,各旋转体的侧面在比所接触的驱动球体的中心高的位置与该驱动球体接触。

[0078] 并且,为了使球体驱动式移动装置载置重物,与将驱动球体设为3个相比,优选设为4个。

[0079] 而且,在球体驱动式移动装置中,为了实现装置整体的紧凑化,优选使各旋转体仅与1个驱动球体接触。这是因为,使1个旋转体与2个驱动球体接触需要使用直径大的旋转体。由此,在具有4个驱动球体的情况下,旋转体为8个。

[0080] 在使各旋转体仅与1个驱动球体接触的情况下,在装置整体的紧凑化的观点下,1个马达(驱动源)对1个旋转体进行旋转驱动(马达和旋转体为相同数量)的设计是优选的。这是因为,在1个马达对2个旋转体进行旋转驱动的情况下,需要采用体积大的马达。因此,在设置8个旋转体的情况下,优选为,8个马达分别对不同的旋转体进行旋转驱动。

[0081] 以上,对本发明的实施例进行了说明,但本发明不限于上述方式,不脱离主旨的条件变更等全部属于本发明的应用范围。

[0082] 例如,旋转体不需要是圆锥台状,例如也可以是圆柱状,也可以是球状。

[0083] 并且,旋转体的旋转轴可以是轴件(即,实际的部件),也可以是假想轴。

[0084] 而且,各驱动球体可以大小不同,各旋转体也可以大小和形状不同。而且,也可以将各旋转体配置为在将各驱动球体置于水平面的状态下各旋转体与驱动球体接触的高度不同。

[0085] 而且,本发明也能够应用于行驶面上的移动方向被确定的球体驱动式移动装置(例如,仅能够前进和后退的球体驱动式移动装置)。

[0086] 产业上的可利用性

[0087] 本发明的球体驱动式移动装置通过抑制与球体接触的旋转体空转而能够稳定地进行规定的移动,因此能够用作搬运物体的自行式装置。

[0088] 标号说明

[0089] 10:球体驱动式移动装置;11、12、13、14:驱动球体;15、15'、16、16'、17、17'、18、18':旋转体;19、19':侧面;20:马达;21、21':侧面;22:马达;23、23':侧面;24:马达;25、25':侧面;26:马达;27:基座部件;A、B、C、D:顶点;a、b、c、d:侧面;G:行驶面;H:假想倒四坡屋顶形五面体;J15、J18'、J25'、J26、J36'、J37、J47'、J48:假想直线J;K12、K23、K34、K41:假想直线K;O:顶边;P1、P2、P3、P4:中心;S1、S2、S3、S4:侧边;T15、T18'、T25'、T26、T36'、T37、T47'、T48:触点;e:底面。

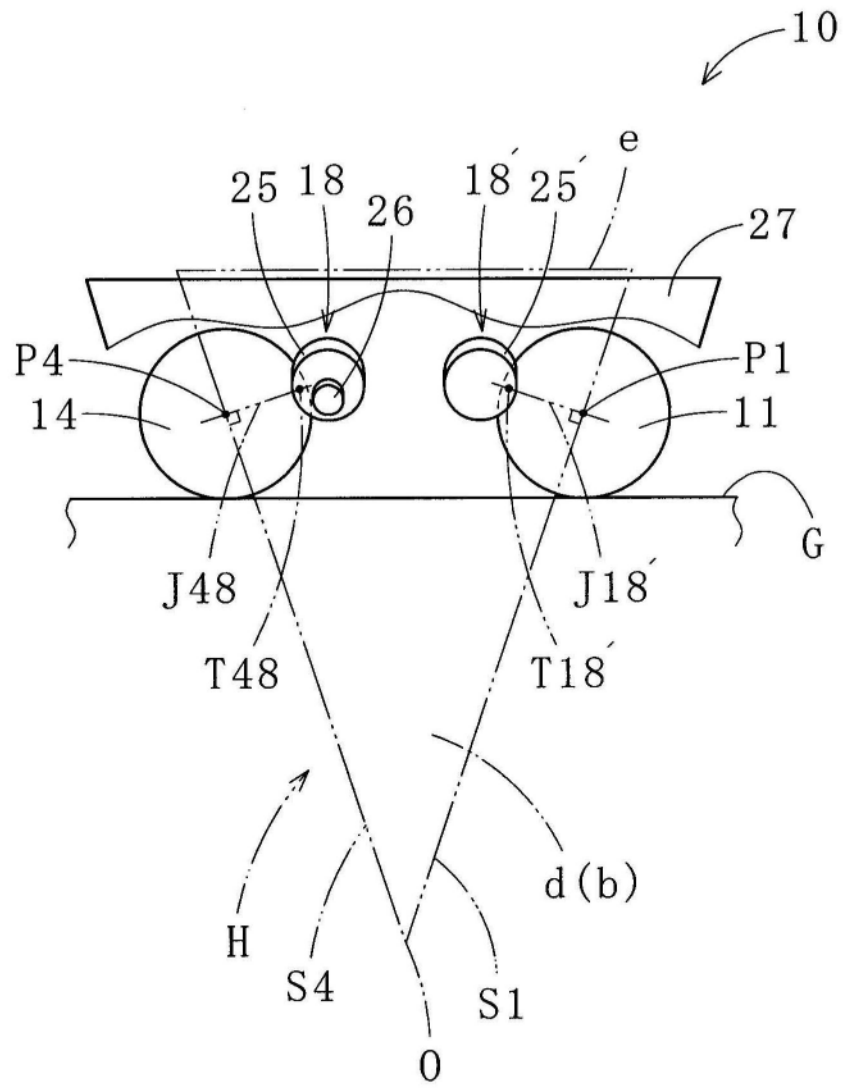


图1

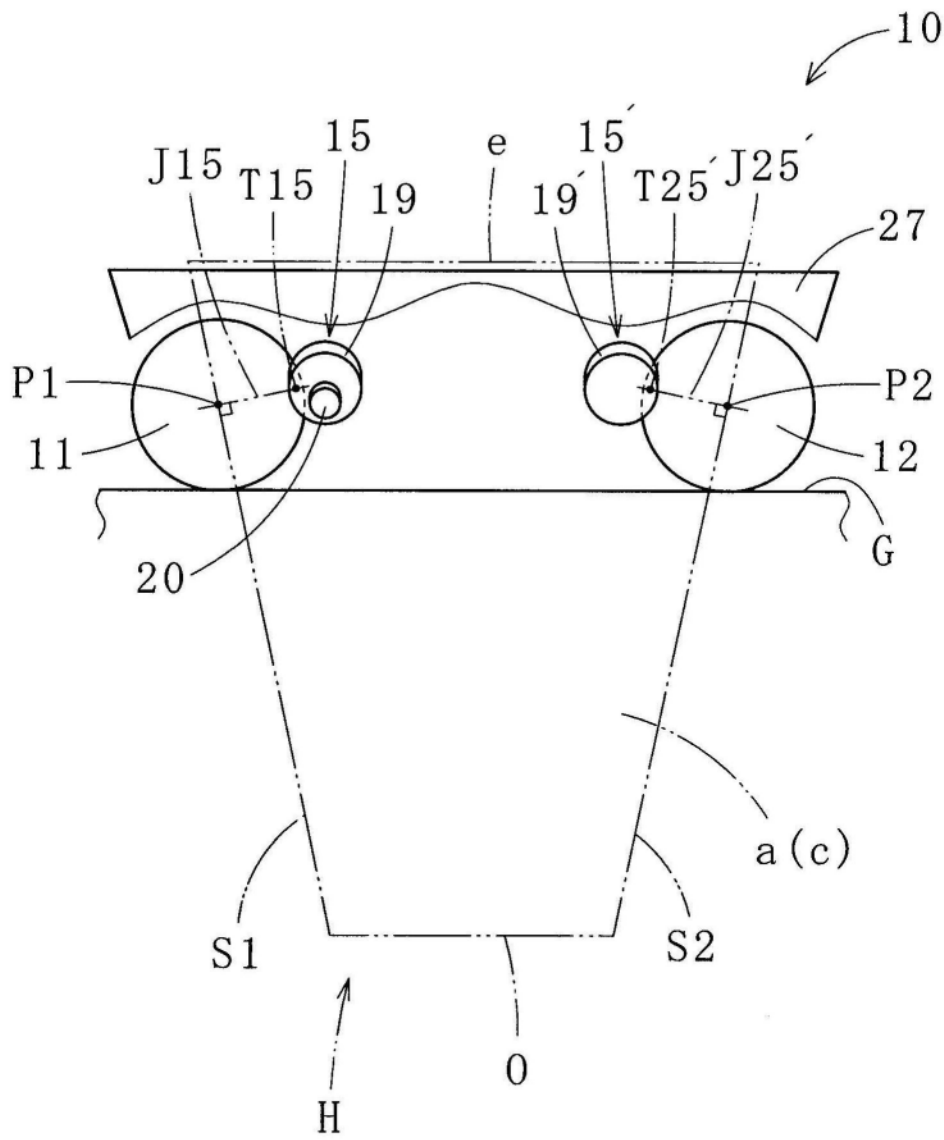


图2

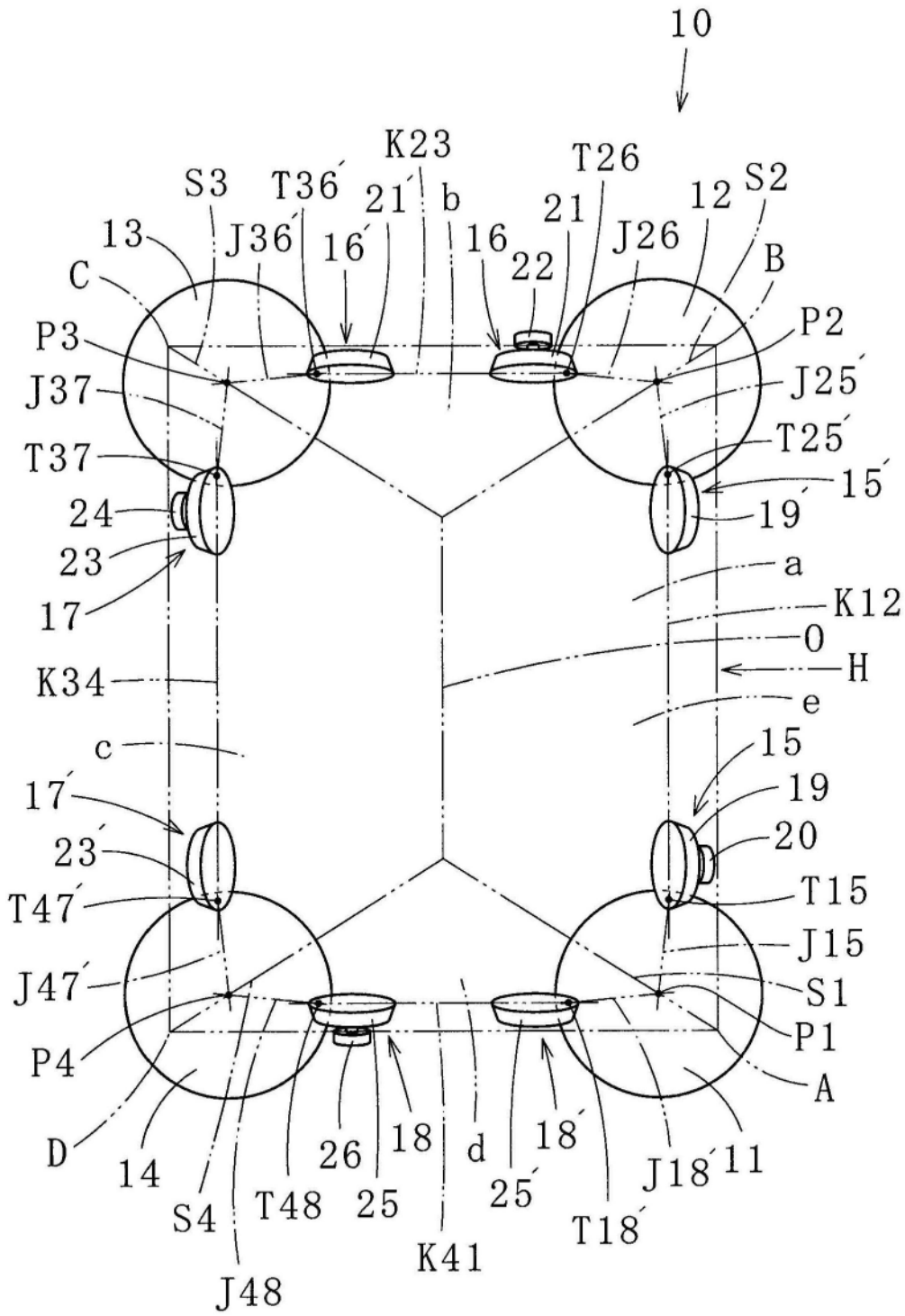


图3

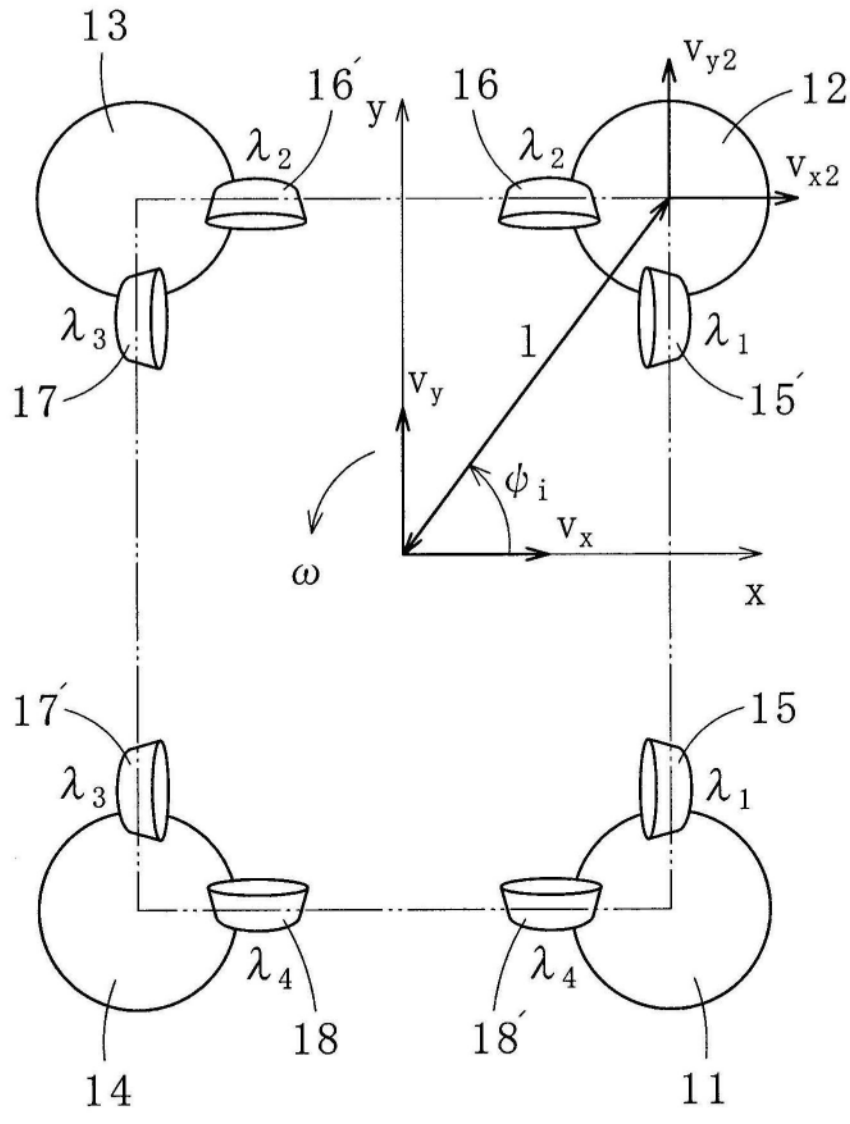


图4

