



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202622792 U

(45) 授权公告日 2012. 12. 26

(21) 申请号 201220265734. 9

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2012. 06. 07

(73) 专利权人 中国东方电气集团有限公司

地址 610036 四川省成都市金牛区蜀汉路  
333 号

(72) 发明人 桂仲成 陈博翁 张帆 肖唐杰  
李永龙 姜周 贺骥 盛仲曦  
徐进峰

(74) 专利代理机构 成都天嘉专利事务所(普通  
合伙) 51211

代理人 苏丹

(51) Int. Cl.

B25J 5/00(2006. 01)

B62D 57/024(2006. 01)

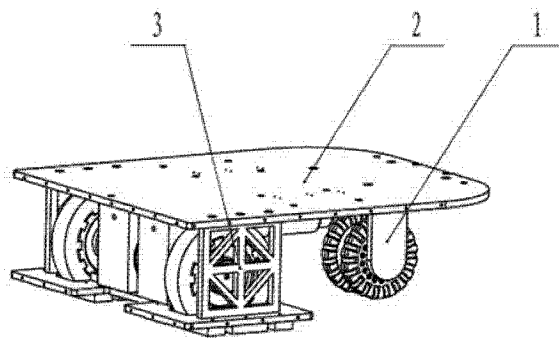
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

### (54) 实用新型名称

一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人

### (57) 摘要

本实用新型属于特种机器人技术领域,具体来说是一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人,包括爬行机构,爬行机构包括采用万向滚动磁轮装置的前轮模块、采用永磁间隙吸附装置的后轮模块、连接前后轮的车架和安装在车架上的电机驱动控制器;爬行机构为三轮结构,两个后轮作为驱动轮,采用后轮差动方式实现在导磁壁面上的转向。本实用新型优点在于爬行机构的前轮模块为万向滚动磁轮,运动中始终保持纯滚动状态,运动灵活;后轮模块的吸附力可通过底盘与导磁壁面之间的间隙进行调整;同时采用了磁轮和永磁间隙吸附装置,前轮采用磁轮,在保证吸附力的同时提高了结构的紧凑性,同时环绕后轮在底盘上安装了永磁间隙吸附装置,保证爬壁机器人具有强负载能力。



1. 一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人,包括爬行机构,其特征在于:所述爬行机构包括采用万向滚动磁轮装置的前轮模块(1)、采用永磁间隙吸附装置的后轮模块(3)、连接前后轮的车架(2)和安装在车架(2)上的电机驱动控制器;爬行机构为三轮结构,两个后轮作为驱动轮,采用后轮差动方式实现在导磁壁面上的转向;

后轮模块(3)包括底盘(5)、穿过底盘(5)的两后轮、带动车轮(6)的减速器、驱动减速器的直流电机(9),永磁间隙吸附装置包括底盘(5)下方并分别环绕两后轮的永磁体(4),后轮模块(3)的两后轮对称布置;前轮模块(1)采用万向滚动磁轮,包括环形永磁体(11)和全方位轮(10),可跟随车体灵活转动;

万向滚动磁轮装置包括中央的环形永磁体(11)以及两侧的全方位轮(10),环形永磁体(11)和两个全方位轮(10)同轴放置,环形永磁体(11)轴向充磁;两侧的全方位轮(10)的轮毂为低碳钢,作为轭铁与中央的环形永磁体(11)一起构成磁路的一部分;在轮毂的外缘分别均匀设置有18个方形凹槽,相对应的辊子轴(15)两端为方形,安装在方形凹槽里;辊子(13)安装在辊子轴(15)上,辊子轴(15)上的轴肩和套筒对辊子(13)定位,辊子(13)结构为在不锈钢轴承外缘包覆一层聚氨酯层,辊子(13)共有18个,均匀分布于轮毂周围,辊子轴(15)线与轮毂的轴线正交,两侧的全方位轮(10)交错布置,使得一侧全方位轮(10)的辊子(13)的轴向投影位于另一侧全方位轮(10)的两个辊子(13)中间,当车轮(6)具有沿轴向的运动趋势时两侧全方位轮(10)与地面接触的辊子(13)绕自身轴线转动,使得车轮(6)仍然保持纯滚动状态。

2. 根据权利要求1所述的一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人,其特征在于:所述的永磁间隙吸附装置包括环绕车轮(6)安装在后轮底盘(5)上的永磁体(4),永磁间隙吸附装置环绕后轮安装在底盘(5)上,所述永磁间隙吸附装置和导磁壁面间是非接触的,通过调节底盘(5)和导磁壁面之间的距离设定永磁吸附装置和导磁壁面间的气隙。

3. 根据权利要求1所述的一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人,其特征在于:所述底盘(5)为低碳钢,作为轭铁与环绕车轮(6)安装在后轮底盘(5)上的永磁体(4)一起构成磁路。

4. 根据权利要求1所述的一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人,其特征在于:减速器包括第一级行星齿轮减速器(8)和第二级涡轮蜗杆减速器(7),直流电机(9)后接二级减速器带动车轮(6),第二级涡轮蜗杆减速器(7)通过螺钉连接安装在后轮底盘(5)上。

## 一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于特种机器人技术领域,具体来说是一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人。

### 背景技术

[0002] 磁吸附爬壁机器人是特种机器人的一种,是一种设计用来在恶劣、危险、极限情况下、在导磁壁面上进行特定作业如焊接、打磨、检查、检测等的一种自动化机械装置,越来越受到人们的重视。目前磁吸附爬壁机器人已在核工业、石化工业、建筑业、消防部门、造船业等铁磁性结构的生产施工中得到了广泛的应用。

[0003] 爬壁机器人必须具有两个基本功能:壁面吸附功能和移动功能。但是,这两者又是矛盾的:机器人的负载能力越强,要求爬壁机器人和导磁壁面间的吸附力越大,但这也造成了爬壁机器人在运动时的阻力越大,爬壁机器人的吸附能力和移动性能是矛盾的。

[0004] 经文献检索发现,现有的磁吸附爬壁机器人主要有磁足式爬壁机器人,磁轮式爬壁机器人,履带式磁吸附爬壁机器人,间隙吸附式爬壁机器人。

[0005] 磁足式爬壁机器人是靠磁足提供的吸附力吸附在壁面上,由于其行走特点决定了其吸附力必须可调,多采用电磁铁提供吸附力,如日本日立公司研制的八足磁吸附爬壁机器人。足式爬壁机器人步法控制比较复杂,运动灵活性不好。另外,采用电磁铁提供吸附力,需要消耗电能,且存在意外断电造成的安全隐患。

[0006] 磁轮式爬壁机器人是靠磁轮的吸附力吸附在导磁壁面上。申请日为2004年1月5日、申请号为200410016429.6的专利文献涉及的“磁轮吸附式爬壁机器人”,其技术方案为:包括左轮结构、支承架、检测结构、滚轮、码盘、位置校正结构、右轮结构,左轮结构和右轮结构相同,对称固定在支承架的两侧,检测结构固定在支承架的前边,滚轮和码盘固定在支承架的中间,位置校正结构连接在支承架最右侧,其可适应壁面的曲率,绕支承架作一定角度的转动,在机器人运动过程中校正机器人的位姿。本发明可完成石油筒壁等危险环境中的焊缝检测。上述发明的特点是运动灵活性较好,但是由于磁轮的有效吸附面积小,磁能利用率不高,负载能力较差。

[0007] 履带式磁吸附爬壁机器人是靠安装在履带式移动机构上的吸块吸附在导磁壁面上。申请日为2000年1月26日、申请号为00200795.9的专利文献涉及的“履带式永磁爬壁机构”,其主要技术方案为:本爬行机构由车体,动力部分和行走机构三部分组成,车体是一个箱形柔性结构,在内部安装动力部分,动力部分是两个电动机及其减速机构,其输出轴分别带动车体两侧的主动链轮。行走机构安置在车体两侧,由主动链轮,导轮,永磁铁及链条张紧机构组成,每一主动链轮带动三根封闭式链条,在三根链条之间的两个间隙处,沿链条全长视负重均匀布置永磁铁。其特点是负载能力强,但是其运动灵活性较差,特别是在进行转向运动时,由于履带和导磁壁面之间接触面积大,转向阻力大,转向半径大,转向灵活性差。

[0008] 间隙吸附式爬壁机器人是靠安装在底盘上的与导磁壁面间具有一定间隙的永磁

体吸附在导磁壁面上。申请日为 2005 年 10 月 8 日、申请号为 200510086383.X 的专利文献涉及的“轮式非接触磁吸附爬壁机器人”，其技术方案为：包括轮式移动机构和永磁吸附装置，轮式移动机构包括底盘、安装在底盘上的驱动机构、由驱动机构驱动的驱动轮。所述驱动轮对称布置，采用差动驱动方式，依靠驱动轮的差速实现在导磁壁面上的转向；永磁吸附装置安装在所述底盘上，所述永磁吸附装置和导磁壁面间是非接触的，磁能利用率高，吸附能力强。上述专利特点是吸附力大，但是由于所有的驱动轮都是不能相对车体转向的圆柱轮，转向阻力大，转向灵活性差。

[0009] 直角坐标系机械手臂由直线运动副构成，申请日为 2006 年 10 月 30 日、申请号为 200620149190.4 的专利文献涉及的“多轴式机械手臂”，其特点是有三个直线运动副构成，可实现空间任意位置的作业，结构简单，成本较低，但本身占用体积较大，末端工作装置无法变化角度。多关节机械手臂由多个转动副构成，动作灵活，占用体积小，但目前未见多关节机械手臂用在磁吸附式爬壁机器人领域的报道。

[0010] 综上所述，现有的爬壁机器人或者是运动灵活性较好而负载能力差，或者是负载能力强而运动灵活性差，未能较好地解决爬壁机器人移动和吸附的矛盾，综合性能不好。

### 实用新型内容

[0011] 本实用新型的目的是为克服已有技术在运动灵活性和负载能力两方面综合性能的不足，解决爬壁机器人吸附和移动的矛盾，设计一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人，使其在具有强负载能力的同时，能在壁面上灵活运动，从而解决现有技术中存在的问题。

[0012] 为实现上述目的，本实用新型的技术方案如下：

[0013] 一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人，包括爬行机构，其特征在于：所述爬行机构包括采用万向滚动磁轮装置的前轮模块、采用永磁间隙吸附装置的后轮模块、连接前后轮的车架和安装在车架上的电机驱动控制器；爬行机构为三轮结构，两个后轮作为驱动轮，采用后轮差动方式实现在导磁壁面上的转向；

[0014] 后轮模块包括底盘、穿过底盘的两后轮、带动车轮的减速器、驱动减速器的直流电机，永磁间隙吸附装置包括底盘下方并分别环绕两后轮的永磁体，后轮模块的两后轮对称布置；前轮模块采用万向滚动磁轮，包括环形永磁体和全方位轮，可跟随车体灵活转动；

[0015] 万向滚动磁轮装置包括中央的环形永磁体以及两侧的全方位轮，环形永磁体和两个全方位轮同轴放置，环形永磁体轴向充磁；两侧的全方位轮的轮毂为低碳钢，作为轭铁与中央的环形永磁体一起构成磁路的一部分；在轮毂的外缘分别均匀设置有 18 个方形凹槽，相对应的辊子轴两端为方形，安装在方形凹槽里；辊子安装在辊子轴上，辊子轴上的轴肩和套筒对辊子定位，辊子结构为在不锈钢轴承外缘包覆一层聚氨酯层，辊子共有 18 个，均匀分布于轮毂周围，辊子轴线与轮毂的轴线正交，两侧的全方位轮交错布置，使得一侧全方位轮的辊子的轴向投影位于另一侧全方位轮的两个辊子中间，当车轮具有沿轴向的运动趋势时两侧全方位轮与地面接触的辊子绕自身轴线转动，使得车轮仍然保持纯滚动状态。

[0016] 进一步的，所述的永磁间隙吸附装置包括环绕车轮安装在后轮底盘上的永磁体，永磁间隙吸附装置环绕后轮安装在底盘上，所述永磁间隙吸附装置和导磁壁面间是非接触的，通过调节底盘和导磁壁面之间的距离设定永磁吸附装置和导磁壁面间的气隙。

[0017] 进一步的,所述底盘为低碳钢,作为轭铁与环绕车轮安装在后轮底盘上的永磁体一起构成磁路。

[0018] 进一步的,减速器包括第一级行星齿轮减速器和第二级涡轮蜗杆减速器,直流电机后接二级减速器带动车轮,第二级涡轮蜗杆减速器通过螺钉连接安装在后轮底盘上。

[0019] 本实用新型的优点在于:

[0020] 1、本实用新型所述爬行装置采用接触式磁轮吸附(即万向滚动磁轮)和非接触式间隙吸附(即包括永磁间隙吸附装置)的复合方式,三轮结构,依靠两个后车轮作为驱动轮,采用后轮差动方式实现在导磁壁面上的转向,前轮为万向滚动磁轮,运动灵活性好,可绕车体中心转向,最小转向半径为0,机器人可在导磁壁面可靠吸附并实现自主灵活移动。在保证吸附力的同时提高了结构的紧凑性,同时环绕后轮在底盘上安装了永磁间隙吸附装置,保证爬壁机器人具有强负载能力,采用两种吸附方式相结合使吸附更加可靠,在相关领域尚未见应用。

[0021] 2、转向机构引入冗余控制方式,依靠两后轮的差速及前轮的受控转向实现在导磁壁面上的转向,通过前轮转向角度的精确控制提高了爬壁机器人转向精度。

[0022] 3、本实用新型所述爬行机构的前轮模块为万向滚动磁轮,运动中始终保持纯滚动状态,运动灵活;后轮模块的吸附力可通过底盘与导磁壁面之间的间隙进行调整。

[0023] 4、本实用新型的吸附装置同时采用了磁轮和永磁间隙吸附装置,前轮采用磁轮,在保证吸附力的同时提高了结构的紧凑性,同时环绕后轮在底盘上安装了永磁间隙吸附装置,保证爬壁机器人具有强负载能力。

## 附图说明

[0024] 图1是差动驱动复合吸附式爬壁机器人的整体三维模型图。

[0025] 图2是差动驱动复合吸附式爬壁机器人的后轮的三维模型图。

[0026] 图3是差动驱动复合吸附式爬壁机器人的后轮的永磁体布置图。

[0027] 图4是万向滚动磁轮装置的三维模型图。

[0028] 图5是万向滚动磁轮装置的磁路示意图。

[0029] 图6是万向滚动磁轮装置的爆炸视图。

[0030] 附图中:前轮模块1,车架2,后轮模块3,永磁体4,底盘5,车轮6,涡轮蜗杆减速器7,行星齿轮减速器8,直流电机9,全方位轮10,环形永磁体11,第一轮毂12,辘子13,套筒14,辘子轴15,第二轮毂16。

## 具体实施方式

[0031] 一种新型的差动驱动复合吸附式爬壁机器人,包括爬行机构,其特征在于:所述爬行机构包括采用万向滚动磁轮装置的前轮模块、采用永磁间隙吸附装置的后轮模块、连接前后轮的车架和安装在车架上的电机驱动控制器;爬行机构为三轮结构,两个后轮作为驱动轮,采用后轮差动方式实现在导磁壁面上的转向。

[0032] 后轮模块包括底盘、穿过底盘的两后轮、带动车轮的减速器、驱动减速器的直流电机,永磁间隙吸附装置包括底盘下方并分别环绕两后轮的永磁体,后轮模块的两后轮对称布置;前轮模块采用万向滚动磁轮,包括环形永磁体和全方位轮,可跟随车体灵活转动。

[0033] 万向滚动磁轮装置包括中央的环形永磁体以及两侧的全方位轮,环形永磁体和两个全方位轮同轴放置,环形永磁体轴向充磁;两侧的全方位轮的轮毂为低碳钢,作为轭铁与中央的环形永磁体一起构成磁路的一部分;在轮毂的外缘分别均匀设置有 18 个方形凹槽,相对应的辊子轴两端为方形,安装在方形凹槽里;辊子安装在辊子轴上,辊子轴上的轴肩和套筒对辊子定位,辊子结构为在不锈钢轴承外缘包覆一层聚氨酯层,辊子共有 18 个,均匀分布于轮毂周围,辊子轴线与轮毂的轴线正交,两侧的全方位轮交错布置,使得一侧全方位轮的辊子的轴向投影位于另一侧全方位轮的两个辊子中间,当车轮具有沿轴向的运动趋势时两侧全方位轮与地面接触的辊子绕自身轴线转动,使得车轮仍然保持纯滚动状态。

[0034] 所述的永磁间隙吸附装置包括环绕车轮安装在后轮底盘上的永磁体,永磁间隙吸附装置环绕后轮安装在底盘上,所述永磁间隙吸附装置和导磁壁面间是非接触的,通过调节底盘和导磁壁面之间的距离设定永磁吸附装置和导磁壁面间的气隙。

[0035] 所述底盘为低碳钢,作为轭铁与环绕车轮安装在后轮底盘上的永磁体一起构成磁路。

[0036] 进一步的,减速器包括第一级行星齿轮减速器和第二级涡轮蜗杆减速器,直流电机后接二级减速器带动车轮,第二级涡轮蜗杆减速器通过螺钉连接安装在后轮底盘上。

[0037] 下面结合附图进一步详细描述本实用新型。

[0038] 如图 1 所示,差动驱动复合吸附式爬壁机器人由三部分构成,包括采用万向滚动磁轮的前轮模块 1、采用永磁间隙吸附装置的后轮模块 3 和连接前后轮的车架 2。

[0039] 如图 2 所示,后轮底盘 5 采用低碳钢(如 Q235)制造,除作为支撑后轮结构的功能外,还作为轭铁与环绕车轮安装在后轮底盘 5 上的永磁体 4 一起构成磁路的一部分。

[0040] 永磁间隙吸附装置如图 3 所示,由 12 块厚度方向充磁的钕铁硼永磁体组成,每个后轮各布置 6 块永磁体, N 极和 S 极交错排列构成磁路,环绕后轮安装在底盘上,所述永磁间隙吸附装置和导磁壁面间是非接触的,通过调节底盘和导磁壁面之间的距离设定所述永磁吸附装置和导磁壁面间的气隙。

[0041] 如图 4 所示,直流电机 9 后接二级减速器带动车轮 6,第一级为行星齿轮减速器 8,第二级为涡轮蜗杆减速器 7,涡轮蜗杆减速器通过螺钉连接安装在后轮底盘 5 上。

[0042] 如图 5 所示,万向滚动磁轮装置包括中央的环形永磁体 11 以及两侧的全方位轮 10,环形永磁体 11 和两个全方位轮 10 同轴放置。环形永磁体 11 内孔直径 15 毫米,外孔直径 75 毫米,厚度 30 毫米,轴向充磁。两侧的全方位轮 1 的轮毂采用低碳钢(如 Q235)制造,作为轭铁与中央的环形永磁体 11 一起构成磁路的一部分。

[0043] 磁路示意如图 6 中的虚线回路所示。全方位轮 10 的具体结构如图 7 所示,第一轮毂 12 和第二轮毂 16 直径 98 毫米,采用低碳钢(如 Q235)制造。在第一轮毂 12 和第二轮毂 16 的外缘分别均匀设置有 18 个方形凹槽,相对应的辊子轴 15 两端为方形,可安装在方形凹槽里。辊子 13 安装在辊子轴 15 上,靠辊子轴 15 上的轴肩和套筒 14 定位。辊子 13 内径 5 毫米,外径 16 毫米,厚度 5 毫米,结构为在不锈钢轴承外缘包覆一层 2 毫米厚的聚氨酯层。辊子 13 共有 18 个,均匀分布于轮毂周围,辊子 13 轴线与第一轮毂 12 和第二轮毂 16 的轴线正交。两侧的全方位轮交错布置,使得一侧全方位轮的辊子的轴向投影位于另一侧全方位轮的两个辊子中间。

[0044] 本实用新型不仅仅局限于以上实施例,在本实用新型保护范围内的任何修改,都

认为落入本实用新型的保护范围内。

[0045] 工作时,爬行装置吸附在结构件表面,两个后轮为驱动轮,靠两后轮的差速驱动实现爬行机构的转向,前轮的万向滚动轮为随动轮,跟随后轮动作;多功能机械手臂各关节自由度靠伺服电机驱动,由程序控制转动角度和速度,以实现末端作业模块的定位、姿态调整和工作轨迹调整。

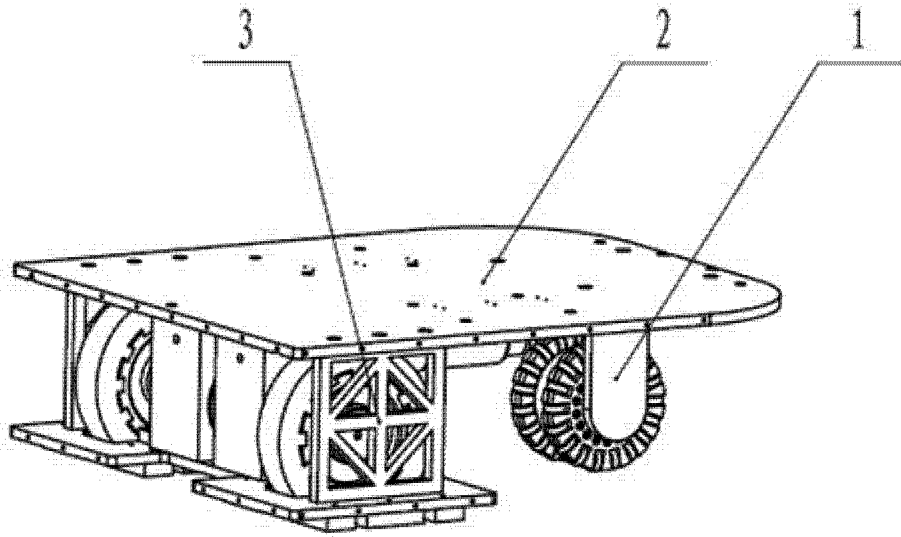


图 1

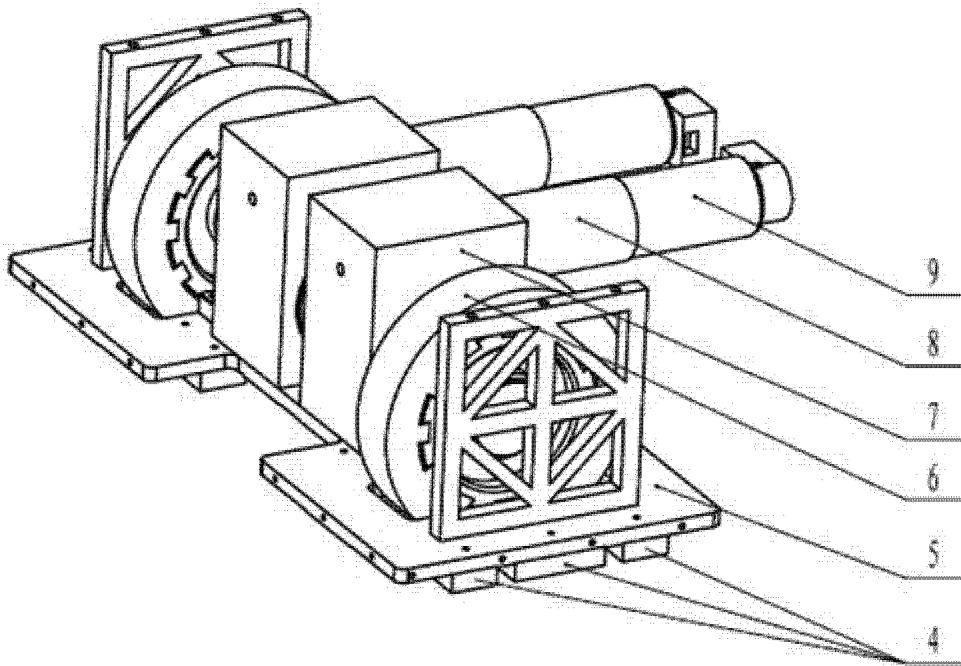


图 2



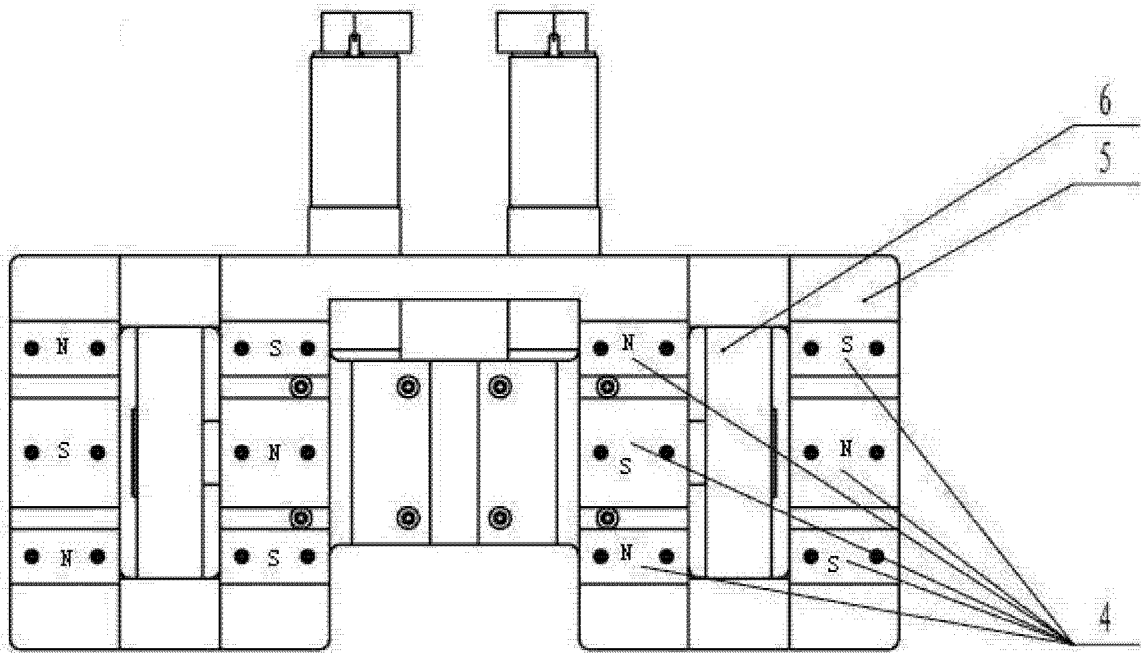


图 3

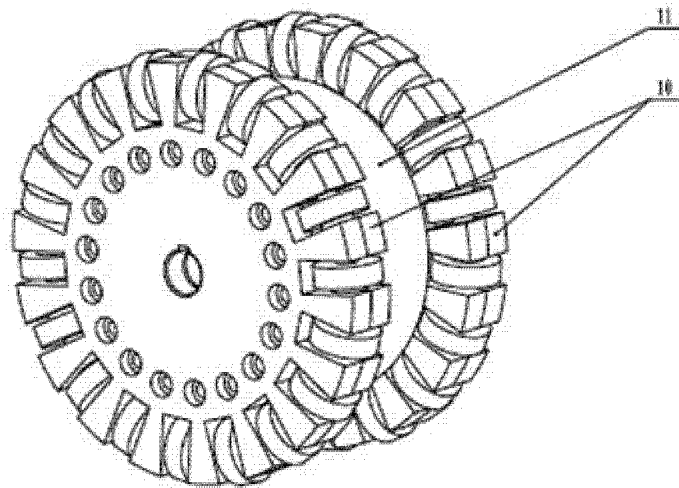


图 4

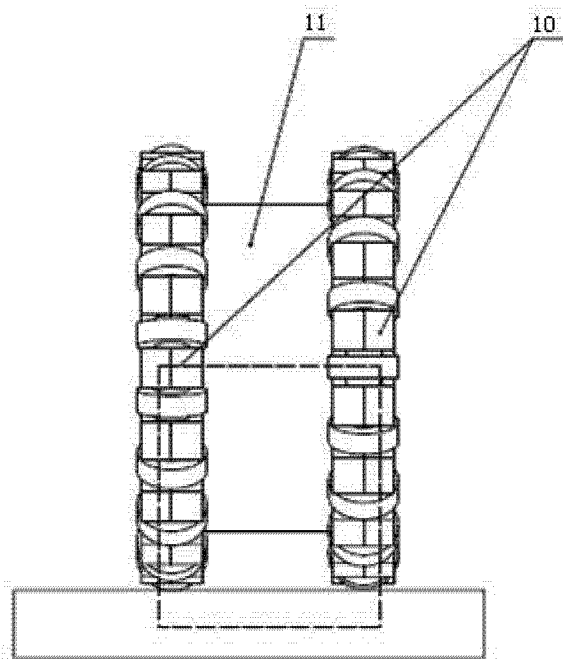


图 5

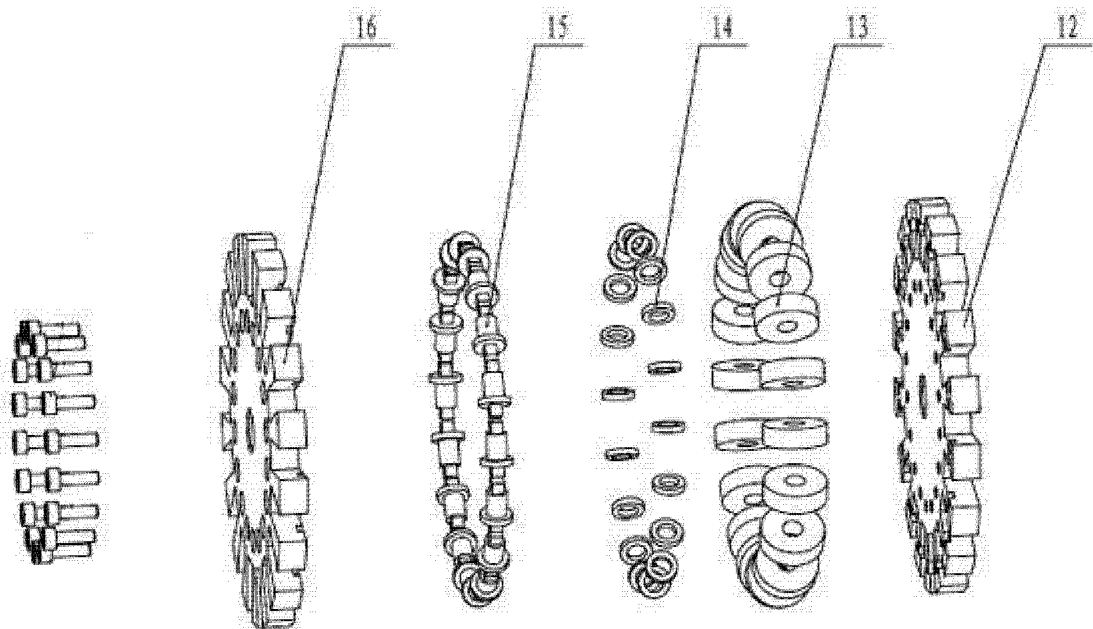


图 6