



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111267989 A

(43)申请公布日 2020.06.12

(21)申请号 202010190308.2

(22)申请日 2020.03.18

(71)申请人 腾讯科技(深圳)有限公司  
地址 518057 广东省深圳市南山区高新区  
科技中一路腾讯大厦35层

(72)发明人 张东胜 来杰 杨思成

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 王娟

(51) Int. Cl.  
B62D 57/028(2006.01)

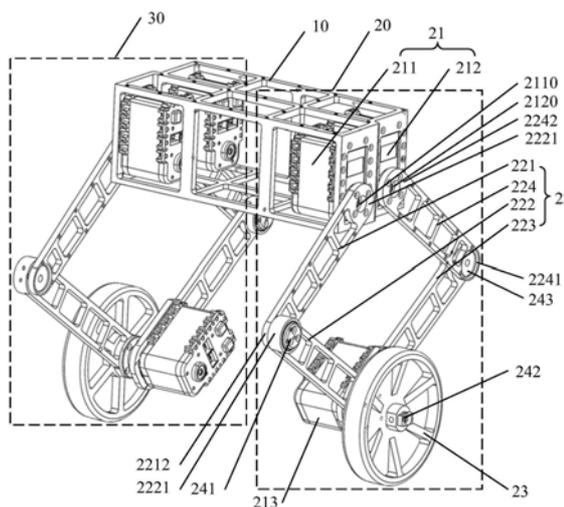
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

轮足式移动平台及轮足式移动机器人

(57)摘要

一种轮足式移动平台及轮足式移动机器人。该轮足式移动平台包括第一并联式腿部机构,该第一并联式腿部机构包括:动力输出装置、连杆组件以及轮子。该轮足式移动平台具有轮式机器人和足式机器人的复合移动功能,既能够适用于复杂地形、不连续地形,又具有较高的稳定性和较高的能量利用率,并且在运动时移动平台本体受到轮足部的冲击力较小。另外,该轮足式移动平台的第一并联式腿部机构具有结构紧凑、承载能力大、灵巧度高、动态性能好的优点。



1. 一种轮足式移动平台,包括第一并联式腿部机构,所述第一并联式腿部机构包括:  
动力输出装置,包括平行设置的第一转动轴和第二转动轴,所述第一转动轴和所述第二转动轴的至少之一被配置为输出动力;  
连杆组件,包括第一连杆、第二连杆、第三连杆和第四连杆,所述第一连杆的第一端部与所述第一转动轴固定连接,所述第一连杆的第二端部与所述第二连杆的第一端部铰接以形成第一转动副,所述第二连杆的第二端部与第三连杆的第一端部铰接以形成第二转动副,所述第三连杆的第二端部与第四连杆的第一端部铰接以形成第三转动副,所述第四连杆的第二端部与第二转动轴固定连接;以及  
轮子,与所述第二转动副铰接且同轴。
2. 根据权利要求1所述的轮足式移动平台,其中,所述动力输出装置包括第一电机和第二电机,所述第一电机包括所述第一转动轴,所述第二电机包括所述第二转动轴。
3. 根据权利要求1或2所述的轮足式移动平台,其中,所述第一并联式腿部机构还包括第三电机,所述第三电机包括第三转动轴,所述轮子与所述第三转动轴固定连接,所述第三电机被配置为驱动所述轮子转动。
4. 根据权利要求3所述的轮足式移动平台,其中,所述第一连杆与所述第四连杆位于垂直于所述轮子的轴线的同一平面,  
在垂直于所述轮子的轴线的方向,所述第二连杆位于所述第一连杆与所述轮子之间,所述第三连杆位于所述第二连杆远离所述轮子的一侧,所述第三电机与所述第三连杆固定连接且位于所述第三连杆远离所述轮子的一侧。
5. 根据权利要求1-4任一项所述的轮足式移动平台,其中,所述第一转动副还包括第一轴承,所述第二连杆的第一端部具有第一轴承孔,所述第一轴承安装在所述第一轴承孔内,所述第一连杆的第二端部具有凸出轴,所述凸出轴插入所述第一轴承的内圈中。
6. 根据权利要求5所述的轮足式移动平台,其中,所述第一轴承的数量为两个,两个所述第一轴承沿其共同的轴线并排设置,所述第一转动副还包括内圈隔套,位于两个所述第一轴承的内圈之间,被配置为隔开两个所述第一轴承的内圈;所述第一轴承孔内还具有外圈隔套,位于两个所述第一轴承的外圈之间,被配置为隔开两个所述第一轴承的外圈。
7. 根据权利要求5或6所述的轮足式移动平台,其中,所述第一转动副还包括第一端盖,位于所述第一轴承远离所述第一连杆的一侧,所述第一端盖固定在所述凸出轴上并压紧所述第一轴承,被配置为限定所述第一轴承的安装位置。
8. 根据权利要求4-7任一项所述的轮足式移动平台,其中,所述第二转动副还包括第二轴承,所述第二连杆的第二端部具有第二轴承孔,所述第二轴承安装所述第二轴承孔内。
9. 根据权利要求8所述的轮足式移动平台,其中,所述第二转动副还包括第二端盖,固定在所述第二连杆上并压紧所述第二轴承,被配置为限定所述第二轴承的安装位置。
10. 根据权利要求8或9所述的轮足式移动平台,其中,所述第二转动副还包括轮子连接件,所述轮子连接件的一端固定在所述第三电机的所述第三转动轴上,另一端穿过所述第二轴承的内圈与位于所述第二连杆远离所述第三连杆一侧的所述轮子连接。
11. 根据权利要求10所述的轮足式移动平台,其中,所述第二转动副还包括顶盖,所述顶盖固定在所述轮子连接件伸出所述轮子的端部,被配置为限定所述轮子的位置。
12. 根据权利要求1-11任一项所述的轮足式移动平台,其中,所述第一并联式腿部机构

还包括至少一个拉伸弹簧,每个所述至少一个拉伸弹簧的两端分别与所述第一连杆、所述第二连杆、所述第三连杆和所述第四连杆之中的两个连接,且每个所述至少一个拉伸弹簧的至少一端不与所述第一连杆的第一端部或所述第四连杆的第二端部连接。

13. 根据权利要求1-12任一项所述的轮足式移动平台,还包括机架,其中,所述第一并联式腿部机构的所述动力输出装置与所述机架固定连接。

14. 根据权利要求13所述的轮足式移动平台,还包括第二并联式腿部机构,具有与所述第一并联式腿部机构镜像对称的结构,所述第二并联腿式机构的动力输出装置与所述机架固定连接,并且所述第一并联式腿部机构的所述第一转动轴和第二转动轴与所述第二并联式腿部机构的所述第一转动轴和第二转动轴相互平行。

15. 一种轮足式移动机器人,包括根据权利要求1-14任一项所述的轮足式移动平台。

## 轮足式移动平台及轮足式移动机器人

### 技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及一种轮足式移动平台及轮足式移动机器人。

### 背景技术

[0002] 移动机器人(Robot)是可以自动执行工作任务的机械装置。它既可以实时地接受人类指挥,又可以运行预先编排的程序,也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。它的任务是协助或取代人类的部分工作,例如应用于制造业、建筑业或者一些危险的工作。根据移动方式的不同,移动机器人被划分为:轮式移动机器人、足式移动机器人、蛇形移动机器人、履带式移动机器人、爬行机器人等。

### 发明内容

[0003] 本公开的实施例提供一种轮足式移动平台及轮足式移动机器人。该轮足式移动平台包括第一并联式腿部机构,该第一并联式腿部机构包括:动力输出装置、连杆组件以及轮子。该轮足式移动平台具有轮式机器人和足式机器人的复合移动功能,既能够适用于复杂地形、不连续地形,又具有较高的稳定性和较高的能量利用率,并且在运动时移动平台本体受到轮足部的冲击力较小。另外,该轮足式移动平台的第一并联式腿部机构具有结构紧凑、承载能力大、灵巧度高、动态性能好的优点。

[0004] 本公开的至少一个实施例提供一种轮足式移动平台,包括第一并联式腿部机构,所述第一并联式腿部机构包括:动力输出装置,包括平行设置的第一转动轴和第二转动轴,所述第一转动轴和所述第二转动轴的至少之一被配置为输出动力;连杆组件,包括第一连杆、第二连杆、第三连杆和第四连杆,所述第一连杆的第一端部与所述第一转动轴固定连接,所述第一连杆的第二端部与所述第二连杆的第一端部铰接以形成第一转动副,所述第二连杆的第二端部与所述第三连杆的第一端部铰接以形成第二转动副,所述第三连杆的第二端部与所述第四连杆的第一端部铰接以形成第三转动副,所述第四连杆的第二端部与所述第二转动轴固定连接;以及轮子,与所述第二转动副铰接且同轴。

[0005] 在一些示例中,所述动力输出装置包括第一电机和第二电机,所述第一电机包括所述第一转动轴,所述第二电机包括所述第二转动轴。

[0006] 在一些示例中,所述第一并联式腿部机构还包括第三电机,所述第三电机包括第三转动轴,所述轮子与所述第三转动轴固定连接,所述第三电机被配置为驱动所述轮子转动。

[0007] 在一些示例中,所述第一连杆与所述第四连杆位于垂直于所述轮子的轴线的同一平面,在垂直于所述轮子的轴线的方向,所述第二连杆位于所述第一连杆与所述轮子之间,所述第三连杆位于所述第二连杆远离所述轮子的一侧,所述第三电机与所述第三连杆固定连接且位于所述第三连杆远离所述轮子的一侧。

[0008] 在一些示例中,所述第一转动副还包括第一轴承,所述第二连杆的第一端部具有第一轴承孔,所述第一轴承安装在所述第一轴承孔内,所述第一连杆的第二端部具有凸出

轴,所述凸出轴插入所述第一轴承的内圈中。

[0009] 在一些示例中,所述第一轴承的数量为两个,两个所述第一轴承沿其共同的轴线并排设置,所述第一转动副还包括内圈隔套,位于两个所述第一轴承的内圈之间,被配置为隔开两个所述第一轴承的内圈;所述第一轴承孔内还具有外圈隔套,位于两个所述第一轴承的外圈之间,被配置为隔开两个所述第一轴承的外圈。

[0010] 在一些示例中,所述第一转动副还包括第一端盖,位于所述第一轴承远离所述第一连杆的一侧,所述第一端盖固定在所述凸出轴上并压紧所述第一轴承,被配置为限定所述第一轴承的安装位置。

[0011] 在一些示例中,所述第二转动副还包括第二轴承,所述第二连杆的第二端部具有第二轴承孔,所述第二轴承安装所述第二轴承孔内。

[0012] 在一些示例中,所述第二转动副还包括第二端盖,固定在所述第二连杆上并压紧所述第二轴承,被配置为限定所述第二轴承的安装位置。

[0013] 在一些示例中,所述第二转动副还包括轮子连接件,所述轮子连接件的一端固定在所述第三电机的所述第三转动轴上,另一端穿过所述第二轴承的内圈与位于所述第二连杆远离所述第三连杆一侧的所述轮子连接。

[0014] 在一些示例中,所述第二转动副还包括顶盖,所述顶盖固定在所述轮子连接件伸出所述轮子的端部,被配置为限定所述轮子的位置。

[0015] 在一些示例中,所述第一并联式腿部机构还包括至少一个拉伸弹簧,每个所述至少一个拉伸弹簧的两端分别与所述第一连杆、所述第二连杆、所述第三连杆和所述第四连杆之中的两个连接,且每个所述至少一个拉伸弹簧的至少一端不与所述第一连杆的第一端部或所述第四连杆的第二端部连接。

[0016] 在一些示例中,所述第一并联式腿部机构还包括第一扭簧、第二扭簧和第三扭簧,所述第一扭簧安装在所述第一转动副内,所述第二扭簧安装在所述第二转动副内,所述第三扭簧安装在所述第三转动副内。

[0017] 在一些示例中,所述轮足式移动平台还包括机架,其中,所述第一并联式腿部机构的所述动力输出装置与所述机架固定连接。

[0018] 在一些示例中,所述轮足式移动平台还包括第二并联式腿部机构,具有与所述第一并联式腿部机构镜像对称的结构,所述第二并联式腿部机构的动力输出装置也与所述机架固定连接,并且所述第一并联式腿部机构的所述第一转动轴和第二转动轴与所述第二并联式腿部机构的所述第一转动轴和第二转动轴相互平行。

[0019] 本公开的至少一个实施例还提供一种轮足式移动机器人,包括根据上述任一项所述的轮足式移动平台。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例,而非对本公开的限制。

[0021] 图1为根据本公开至少一实施例的一种轮足式移动平台的三维结构示意图;

[0022] 图2A~图2C为根据本公开至少一实施例的轮足式移动平台的第一并联式腿部机构的运动原理示意图;

[0023] 图3为根据本公开至少一实施例的轮足式移动平台的又一三维结构示意图；

[0024] 图4为根据本公开至少一实施例的第一并联式腿部机构的第一转动副的三维分解结构示意图；

[0025] 图5为根据本公开至少一实施例的第一并联式腿部机构的第二转动副的三维分解结构示意图；以及

[0026] 图6为根据本公开至少一实施例的轮足式移动机器人的三维结构示意图。

### 具体实施方式

[0027] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例的附图，对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本公开的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

[0028] 除非另外定义，本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0029] 根据移动方式的不同，移动机器人被划分为：轮式移动机器人、足式（步行）移动机器人、蛇形移动机器人、履带式移动机器人、爬行机器人等。轮式机器人依靠轮子滚动来实现移动，适用于平坦路面，稳定性好，但是其越障性能不足。足式机器人依靠类似于人或动物足部的运动来实现移动，具有良好的越障性能，能够适用于复杂地形、不连续地形等，但是其稳定性较差、能量利用率较低，并且在运动时机器人本体受到足部的冲击力较大。

[0030] 本公开的实施例提供一种轮足式移动平台及轮足式移动机器人。该轮足式移动平台包括第一并联式腿部机构，该第一并联式腿部机构包括动力输出装置、连杆组件以及轮子。动力输出装置包括平行设置的第一转动轴和第二转动轴，第一转动轴和第二转动轴的至少之一被配置为输出动力。连杆组件包括第一连杆、第二连杆、第三连杆和第四连杆。第一连杆的第一端部与第一转动轴固定连接，第一连杆的第二端部与第二连杆的第一端部铰接以形成第一转动副，第二连杆的第二端部与第三连杆的第一端部铰接以形成第二转动副，第三连杆的第二端部与第四连杆的第一端部铰接以形成第三转动副，第四连杆的第二端部与第二转动轴固定连接。轮子与第二转动副铰接且同轴。

[0031] 该轮足式移动平台具有轮式机器人和足式机器人的复合移动功能，既能够适用于复杂地形、不连续地形，又具有较高的稳定性和较高的能量利用率，并且在运动时移动平台本体受到轮足部的冲击力较小。另外，该轮足式移动平台的第一并联式腿部机构具有结构紧凑、承载能力大、灵巧度高、动态性能好的优点。

[0032] 下面结合附图对本公开的实施例提供的轮足式移动平台进行描述。

[0033] 图1为根据本公开至少一实施例的一种轮足式移动平台的三维结构示意图。例如，

如图1所示,本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台包括机架10、第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30。

[0034] 例如,如图1所示,第一并联式腿部机构20的运动平面和第二并联式腿部机构30的运动平面相互平行。

[0035] 例如,如图1所示,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30具有镜像对称的结构。

[0036] 需要说明的是,本领域技术人员应该知道,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30具有镜像对称的结构,是指存在一个平面,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30关于该平面对称。另外,由于第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30是具有一定自由度的机构,它们的结构状态可以发生变化,因此,本公开的实施例并不限定第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30在任何时候的结构状态均镜像对称。例如,在初始安装状态,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30镜像对称,但是随着第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30进行不同步的运动,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30也可以不镜像对称。

[0037] 例如,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30也可以具有相同的结构。或者,本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台还可以包括更多数量的腿部机构,例如具有四条并联式腿部机构,其余的并联式腿部机构与第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30具有相同或镜像对称的结构。本公开的实施例不限定腿部机构的数量。

[0038] 例如,如图1所示,第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30分别安装在机架10的两端。当然,本公开的实施例不限定第一并联式腿部机构20和第二并联式腿部机构30在机架10上的安装位置。

[0039] 下面以第一并联式腿部机构20为例,对轮足式移动平台的并联式腿部机构的结构进行描述。

[0040] 例如,如图1所示,第一并联式腿部机构20包括动力输出装置21、连杆组件22以及轮子23。

[0041] 例如,如图1所示,动力输出装置21包括第一电机211和第二电机212,第一电机211包括第一转动轴2110,第二电机212包括第二转动轴2120,第一转动轴2110和第二转动轴2120平行设置。动力输出装置21被配置为驱动连杆组件22运动。第一转动轴2110和第二转动轴2120平行设置,可以使得连杆组件22实现平面运动。例如,第一电机211和第二电机212可以为伺服电机。

[0042] 图2A~图2C为根据本公开至少一实施例的轮足式移动平台的第一并联式腿部机构的运动原理示意图。

[0043] 例如,如图1、图2A~图2C所示,连杆组件22包括第一连杆221、第二连杆222、第三连杆223和第四连杆224。第一连杆221的第一端部2211与第一电机211的第一转动轴2110固定连接;第一连杆221的第二端部2212与第二连杆222的第一端部2221铰接且具有相同的转动轴线,以形成第一转动副241;第二连杆222的第二端部2222与第三连杆223的第一端部2231铰接且具有相同的转动轴线,以形成第二转动副242;第三连杆223的第二端部2232与第四连杆224的第一端部2241铰接且具有相同的转动轴线,以形成第三转动副243;第四连杆224的第二端部2242与第二电机212的第二转动轴2120固定连接。如此,动力输出装置21

可以通过驱动连杆组件22运动来控制第二转动副242的位置。

[0044] 例如,如图1所示,第一连杆221的第一端部2211与第一电机211的第一转动轴2110通过法兰连接,第四连杆224的第二端部2242与第二电机212的第二转动轴2120也通过法兰连接。如此,第一电机211和第二电机212能够分别驱动第一连杆221和第四连杆224做旋转运动。当然,第一连杆与第一电机或第四连杆与第二电机也可以通过联轴器等其他方式连接,本公开对此不做限定。

[0045] 例如,如图1、图2A~图2C所示,轮子23与第二转动副242铰接且具有相同的转动轴线。

[0046] 下面结合图2A~2C描述该第一并联式腿部机构20的运动原理。图2A~2C示出了第一并联式腿部机构20的三种运动状态。如图2A所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一连杆221、第二连杆222、第三连杆223、第四连杆224以及第一转动轴2110与第二转动轴2120的中心连线225(图中虚线,也可称为第五连杆225),共同组成平面五连杆机构。第一连杆221的第一端部2211(或者,第一转动轴2110)以及第四连杆的第二端部2242(或者,第二转动轴2120)在XY平面内的位置固定,并且第一连杆221可以在第一转动轴2110的驱动下围绕第一转动轴2110转动,第四连杆224可以在第二转动轴2120的驱动下围绕第二转动轴2120转动。因此,在该平面五连杆机构中,第一连杆221和第四连杆224是主动杆,而第二连杆222和第三连杆223为从动杆,而第五连杆225(第一转动轴2110与第二转动轴2120的中心连线225,图中虚线)为固定杆。

[0047] 该平面五连杆机构具有沿X方向和Y方向的2个平移自由度。可用于控制轮子23在XY平面内的位置。例如,如图2A所示,在图2A的状态下,控制第一电机的第一旋转轴2110沿逆时针方向旋转一定的角度,同时控制第二电机的第二旋转轴2120沿顺时针方向旋转相同的角度,可以使该平面五连杆机构达到图2B所示的运动状态。从图2A到图2B所示的该平面五连杆机构的运动状态,实现了轮子23(或者,第二转动副242)沿Y方向的平移运动。又例如,如图2A所示,在图2A的状态下,控制第一电机的第一旋转轴2110沿顺时针方向旋转一定的角度,同时控制第二电机的第二旋转轴2120沿顺时针方向旋转另一角度,可以使该平面五连杆机构达到图2C所示的运动状态。从图2A到图2C所示的该平面五连杆机构的运动状态,实现了轮子23(或者,第二转动副242)沿X方向和Y方向的平移运动。

[0048] 图3为根据本公开至少一实施例的轮足式移动平台的又一三维结构示意图,示出了轮足式移动平台的又一运动状态。如图3所示,图中左侧的并联式腿部机构对应图2A所示的状态,图中右侧的并联式腿部机构对应图2B所示的状态。如此,可以实现双腿一高一低的姿态控制。

[0049] 在本公开至少一实施例提供的第一并联式腿部机构中,通过控制第一电机和第二电机,可以使该第一并联式腿部机构实现平面内的灵巧、快速运动。

[0050] 另外,在本公开至少一实施例提供的第一并联式腿部机构中,由于采用并联支撑结构(串联的第一连杆221和第二连杆222与串联的第三连杆223和第四连杆224并联的结构),相比于串联支撑结构(例如,仅包括串联的第一连杆221和第二连杆222的结构),第一并联式腿部机构具有结构紧凑、承载能力大、灵巧度高、动态性能好的优点。

[0051] 另外,由于轮子23与第二转动副242铰接且具有相同的转动轴线,可围绕第二转动副242或自身的轴线转动,因此轮子23具有3个自由度,分别为沿X方向和Y方向的平移自由

度以及围绕第二转动副242或自身的轴线的转动自由度。

[0052] 需要说明的是,仅通过上述第一电机和第二电机之中的一个也可以驱动该第一并联式腿部机构实现平面运动。采用第一电机和第二电机共同驱动,更有利于提高该第一并联式腿部机构的运动协调性,并且使该第一并联式腿部机构具有更大的驱动力。

[0053] 例如,如图1所示,第一并联式腿部机构20还包括第三电机213。第三电机213包括第三转动轴2130(图1未示出,可参见图4),轮子23与第三转动轴2130固定连接,第三电机213被配置为驱动轮子23转动。第三电机可以较大程度上增强该轮足式移动平台的地形适应能力。

[0054] 例如,如图1所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一连杆221与第四连杆224位于垂直于轮子23的轴线的同一平面。在垂直于轮子23的轴线的方向,第二连杆222位于第一连杆221与轮子23之间,第三连杆223位于第二连杆222远离轮子23的一侧,第三电机213与第三连杆223固定连接且位于第三连杆223远离轮子23的一侧。

[0055] 需要说明的是,在垂直于轮子23的轴线的方向,第一连杆、第二连杆、第三连杆和第四连杆的相对位置可以互换,只要仍然能够组成平面五连杆机构即可。例如,第三连杆223也可以位于第二连杆222靠近轮子23的一侧,此时,第三电机213可以与第二连杆222固定连接且位于第二连杆222远离轮子23的一侧。

[0056] 例如,第三电机213也为伺服电机。

[0057] 图4为根据本公开至少一实施例的第一并联式腿部机构的第一转动副的三维分解结构示意图。例如,如图4所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一转动副241还包括第一轴承2411。例如,第一轴承2411为滚动轴承,包括可相对转动的内圈和外圈。第二连杆222的第一端部2221具有第一轴承孔2223,第一轴承2411安装在第一轴承孔2223内。例如,第一轴承2411的外圈与第一轴承孔2223的内壁过盈配合。第一连杆221的第二端部2212具有凸出轴2213,凸出轴2213插入第一轴承2411的内圈中,凸出轴与第一轴承的内圈过盈配合。如此,第一连杆与第二连杆可通过第一轴承实现相对转动。

[0058] 例如,如图4所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一轴承2411的数量为两个,两个第一轴承2411同轴并排设置。例如,两个第一轴承2411沿其共同的轴线并排设置。第一转动副241还包括内圈隔套2412,位于两个第一轴承2411的内圈之间,被配置为隔开两个第一轴承2411的内圈。第二连杆222的第一端部2221还具有外圈隔套2413,位于第一轴承孔2223内,外圈隔套2413位于两个第一轴承2411的外圈之间,外圈隔套2413被配置为隔开两个第一轴承2411的外圈。例如,外圈隔套2413与第二连杆222的第一端部2221一体成形,内圈隔套2412为单独的零件。例如,外圈隔套2413形成在轴承孔2223的内壁上。采用两个第一轴承来支撑第一转动副,可以提高第一转动副的抗弯能力。当然,也可以采用三个或更多个第一轴承来支撑第一转动副,本公开对第一轴承的数量不做限定。

[0059] 例如,如图4所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一转动副241还包括第一端盖2414,位于第一轴承2411远离第一连杆221的一侧。第一端盖2414固定在凸出轴2213上并压紧第一轴承2411,被配置为限定第一轴承2411的安装位置。例如,第一端盖同时压紧第一轴承的外圈和内圈。

[0060] 另外,第三转动副243具有与第一转动副241相同或相似的结构以及相同的技术效果,本公开的实施例对此不再描述。

[0061] 图5为根据本公开至少一实施例的第一并联式腿部机构的第二转动副的三维分解结构示意图。例如,如图5所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第二转动副242还包括第二轴承2421。例如,第二轴承也为滚动轴承,包括可相对转动的内圈和外圈。第二连杆222的第二端部2222具有第二轴承孔2224,第二轴承2421的外圈安装第二轴承孔2224内。例如,第二轴承的外圈与第二轴承孔的内壁过盈配合。

[0062] 例如,如图5所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第二转动副242还包括第二端盖2422,固定在第二连杆222上并压紧第二轴承2421,被配置为限定第二轴承2421的安装位置。

[0063] 与第一转动副类似,本公开的实施例不限定第二轴承的数量。

[0064] 例如,如图5所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第二转动副242还包括轮子连接件2423。轮子连接件2423的一端固定在第三电机213的第三转动轴2130上,另一端穿过第二轴承2421的内圈与位于第二连杆远离第三连杆一侧的轮子连接。

[0065] 例如,如图5所示,轮子23包括中心孔231。中心孔231的轴线与轮子的轴线重合。中心孔用于与轮子连接件相配合,以驱动轮子转动。例如,中心孔的横截面可以为非圆形。轮子连接件2423的一端部与第三电机213连接,另一端部与轮子23的中心孔231相配合。例如,如图5所示,与第三电机213连接的端部包括与第三电机相配合的法兰。例如,中心孔的横截面以及与其相配合的轮子连接件的端部的横截面均为两侧削去一部分的圆形。

[0066] 例如,中心孔231为通孔,轮子连接件2423与中心孔231相配合的端部穿过中心孔并从中心孔伸出。

[0067] 例如,轮子连接件还包括与第二轴承的内圈相配合的圆柱面以及位于该圆柱面靠近第三电机一侧的台阶。例如,第二轴承的外圈被第二端盖压紧限位,而第二轴承的内圈被轮子连接件上的台阶压紧限位。

[0068] 例如,如图5所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第二转动副242还包括顶盖2424。顶盖2424固定在轮子连接件2423伸出轮子23的端部,被配置为限定轮子23的位置。

[0069] 例如,图2A还示出了第一并联式腿部机构20包括拉伸弹簧25。如图2A所示,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一并联式腿部机构20还包括拉伸弹簧25。拉伸弹簧25的两端分别与第一连杆221和第四连杆224的中间部位连接。如此,当在第一电机和第二电机的作用下,第一连杆和第四连杆的夹角增大时,拉伸弹簧25被拉长从而储存能量。当释放拉伸弹簧时,可以加速轮子收缩,从而实现轮足式移动平台的弹跳功能。

[0070] 需要说明的是,本公开不限定拉伸弹簧的数量和连接位置。例如,拉伸弹簧25的数量还可以为多个。每个拉伸弹簧25的两端分别与第一连杆221、第二连杆222、第三连杆223和第四连杆224之中的两个连接,且多个拉伸弹簧25中的每个的至少一端不与第一连杆的第一端部或第四连杆的第二端部连接。

[0071] 例如,在本公开至少一实施例提供的轮足式移动平台中,第一并联式腿部机构20还包括扭簧。例如,扭簧包括第一扭簧、第二扭簧和第三扭簧。第一扭簧安装在第一转动副内,第一扭簧的两个力臂分别与第一连杆的第二端部和第二连杆的第一端部接触连接;第二扭簧安装在第二转动副内,第二扭簧的两个力臂分别与第二连杆的第二端部和第三连杆的第一端部接触连接;第三扭簧安装在第三转动副内,第三扭簧的两个力臂分别与第三连

杆的第二端部和第四连杆的第一端部接触连接。例如,第二扭簧与第一扭簧的方向相反。扭簧的作用与拉伸弹簧类似,可以储存能量,当被释放时可以加速转动副转动,从而加速轮子收缩,实现轮足式移动平台的弹跳功能。

[0072] 需要说明的是,扭簧的安装结构是本领域的技术人员所熟知的,因此本公开的实施例对此不做详细介绍。

[0073] 例如,本公开至少一实施例提供又一种轮足式移动平台,仅包括第一并联式腿部机构。通过合适的运动控制方法,该轮足式移动平台同样可在保持平衡状态下的移动。

[0074] 本公开至少一实施例还提供一种轮足式移动机器人,包括上述任一实施例提供的一个或多个轮足式移动平台。图6为根据本公开至少一实施例的轮足式移动机器人的三维结构示意图。例如,如图6所示,本公开至少一实施例提供的轮足式移动机器人包括一个轮足式移动平台。另外,该轮足式移动机器人还包括机械臂40和摄像头50,机械臂40和摄像头50均安装在机架10上。当然,机械臂40和摄像头50也可以安装在第一并联式腿部机构上。本公开的实施例不限定机械臂和摄像头的安装位置。例如,机械臂40可用于执行抓取物品等多种任务。例如,摄像头50可用于执行探测障碍物或拍摄影像等多种任务。

[0075] 本公开至少一实施例提供的轮足式移动机器人具有轮式机器人和足式机器人的复合移动功能,既能够适用于复杂地形、不连续地形,又具有较高的稳定性和较高的能量利用率,并且在运动时机器人本体受到轮足部的冲击力较小。

[0076] 有以下几点需要说明:

[0077] (1) 本公开实施例附图只涉及到与本公开实施例涉及到的结构,其他结构可参考通常设计。

[0078] (2) 在不冲突的情况下,本公开的实施例及实施例中的特征可以相互组合以得到新的实施例。

[0079] 以上,仅为本公开的具体实施方式,但本公开的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此,本公开的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

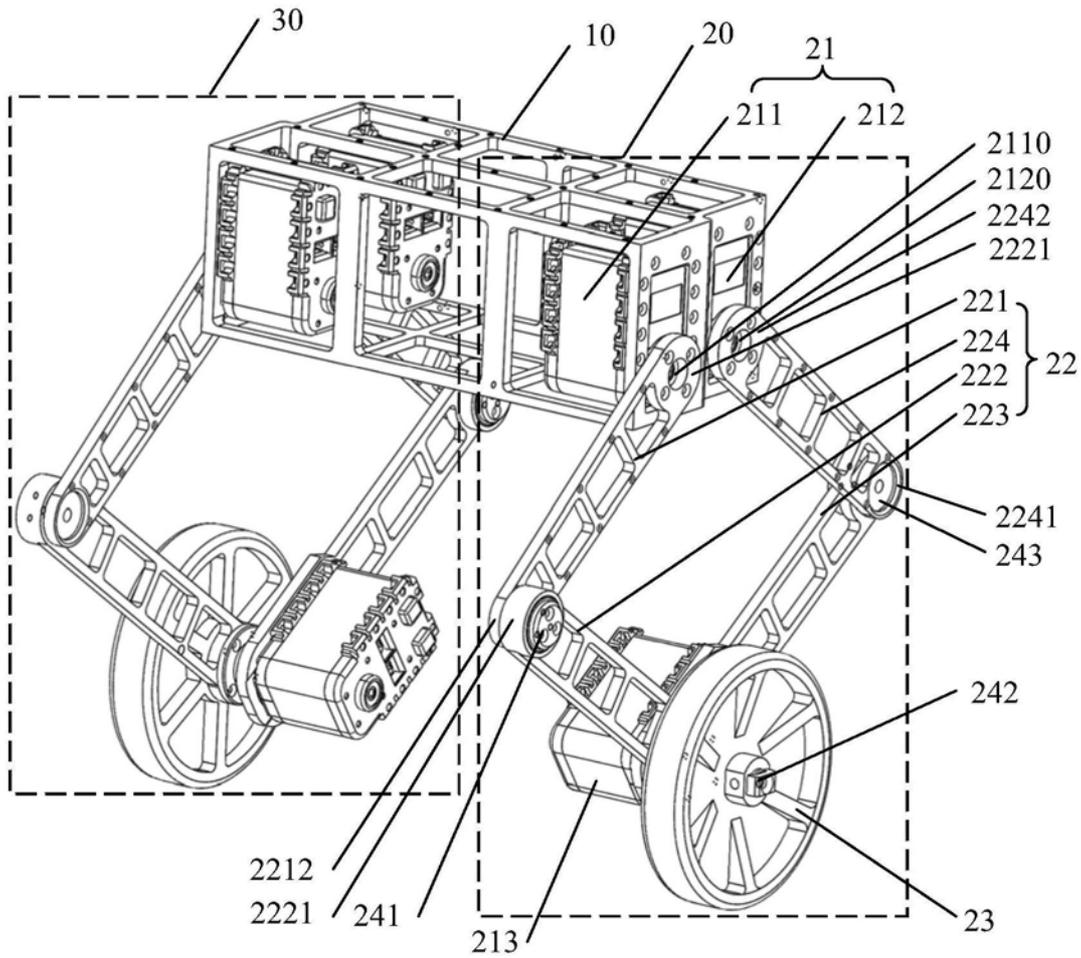


图1

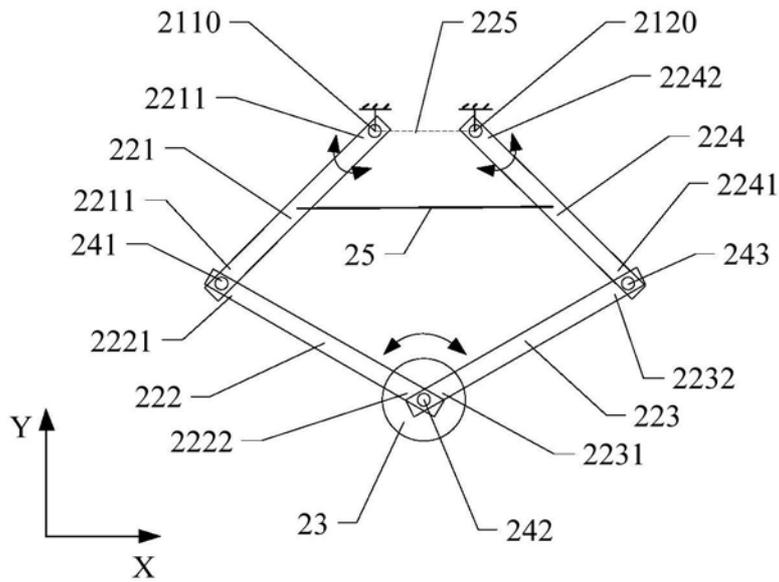


图2A

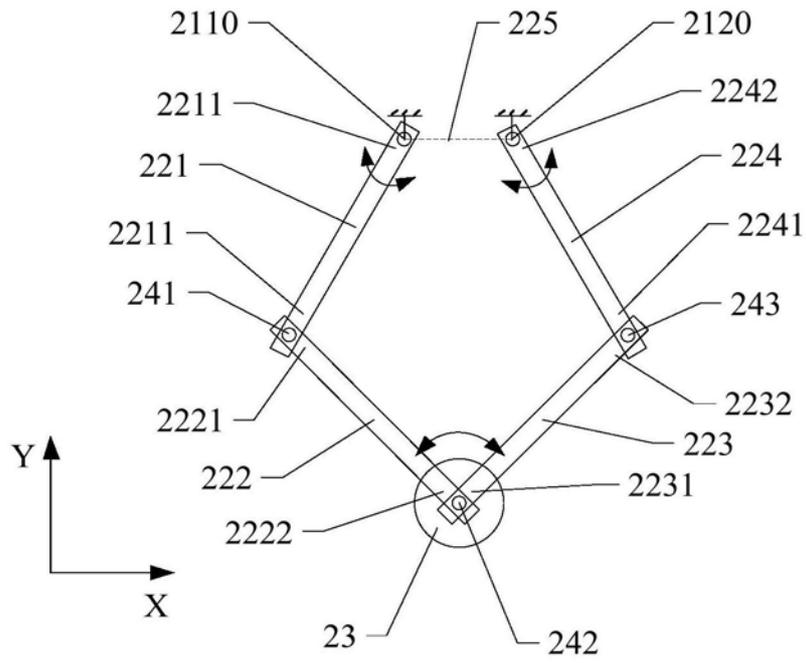


图2B

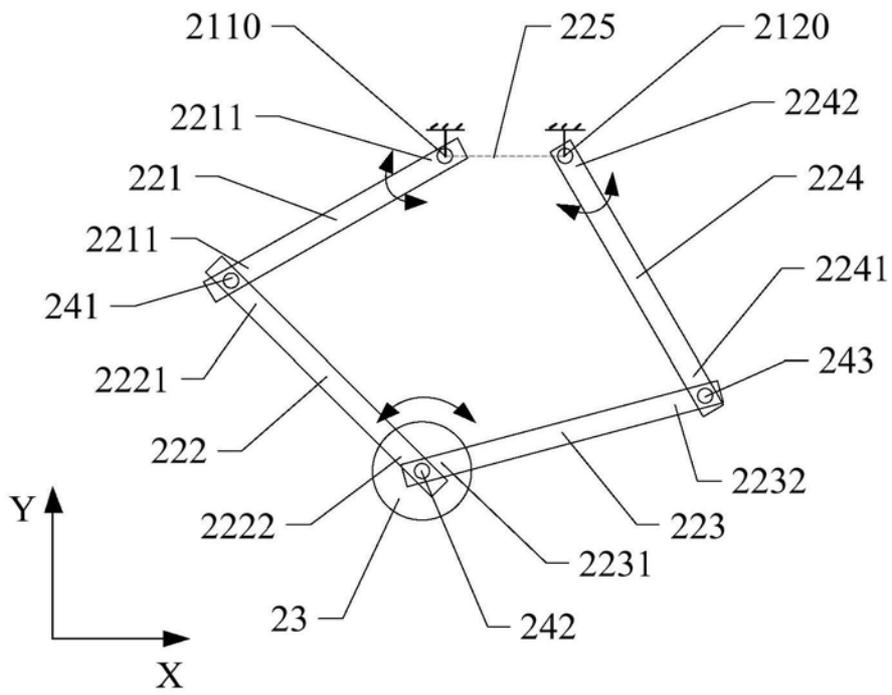


图2C

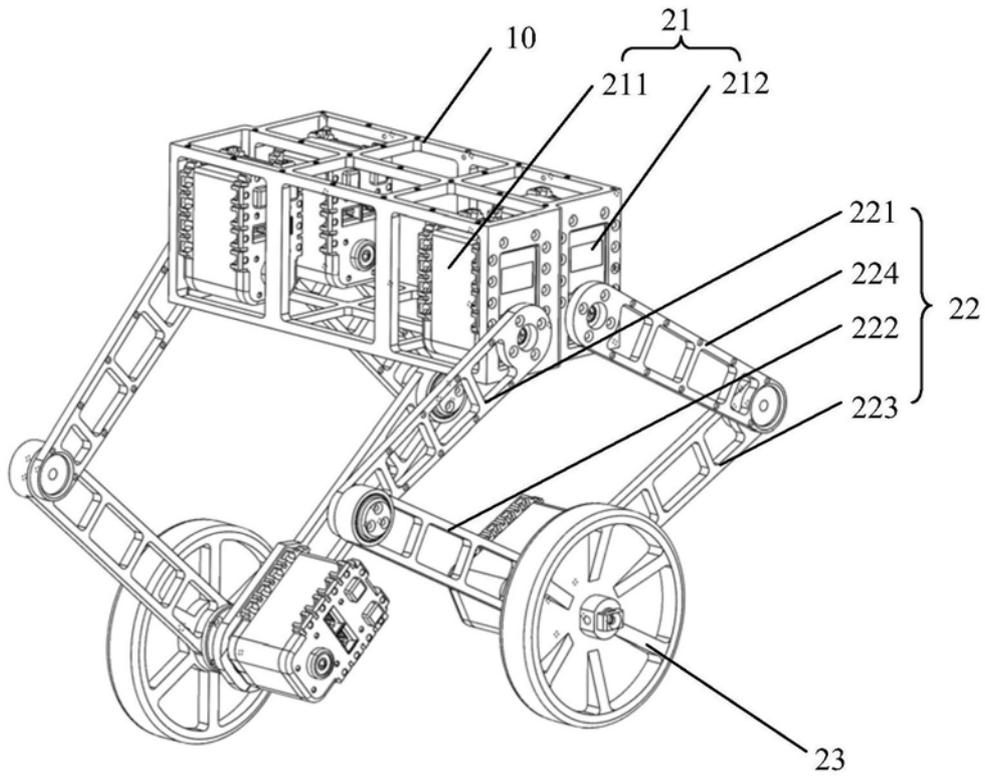


图3

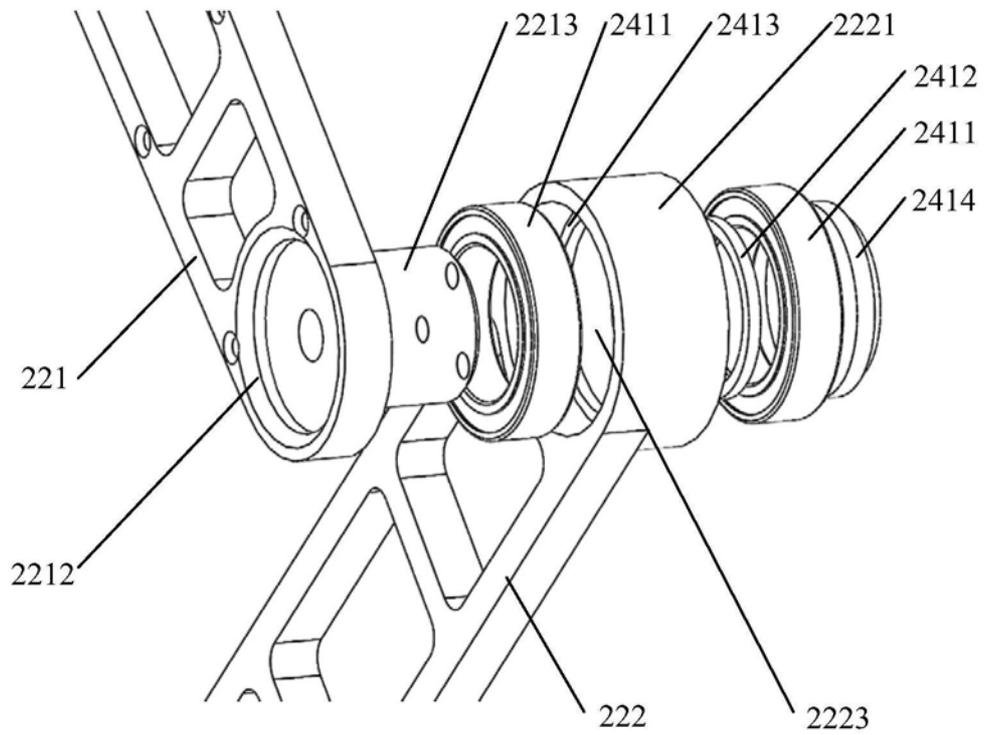


图4

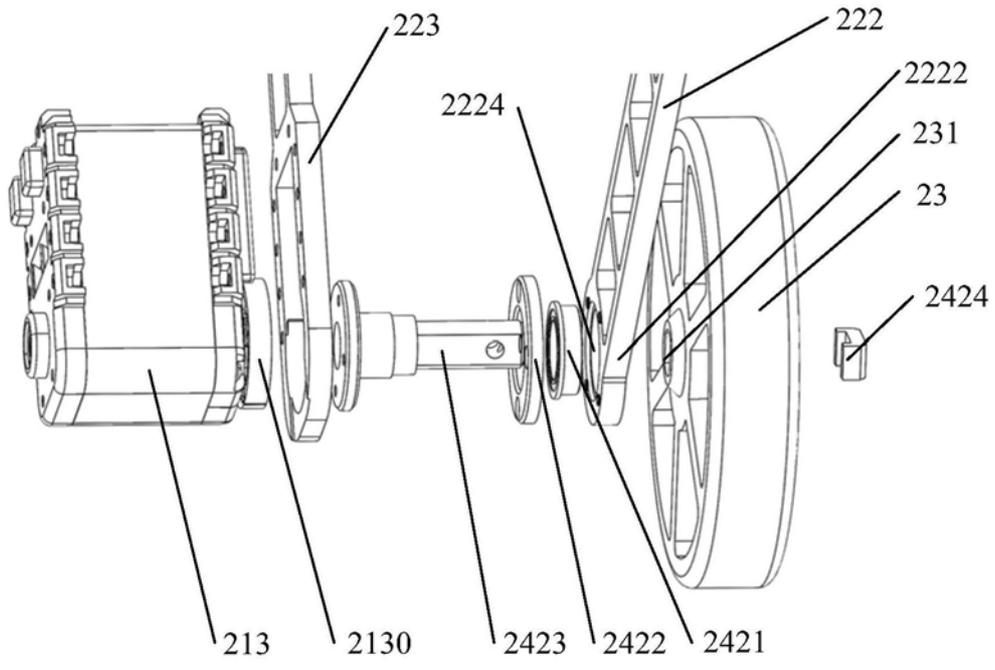


图5

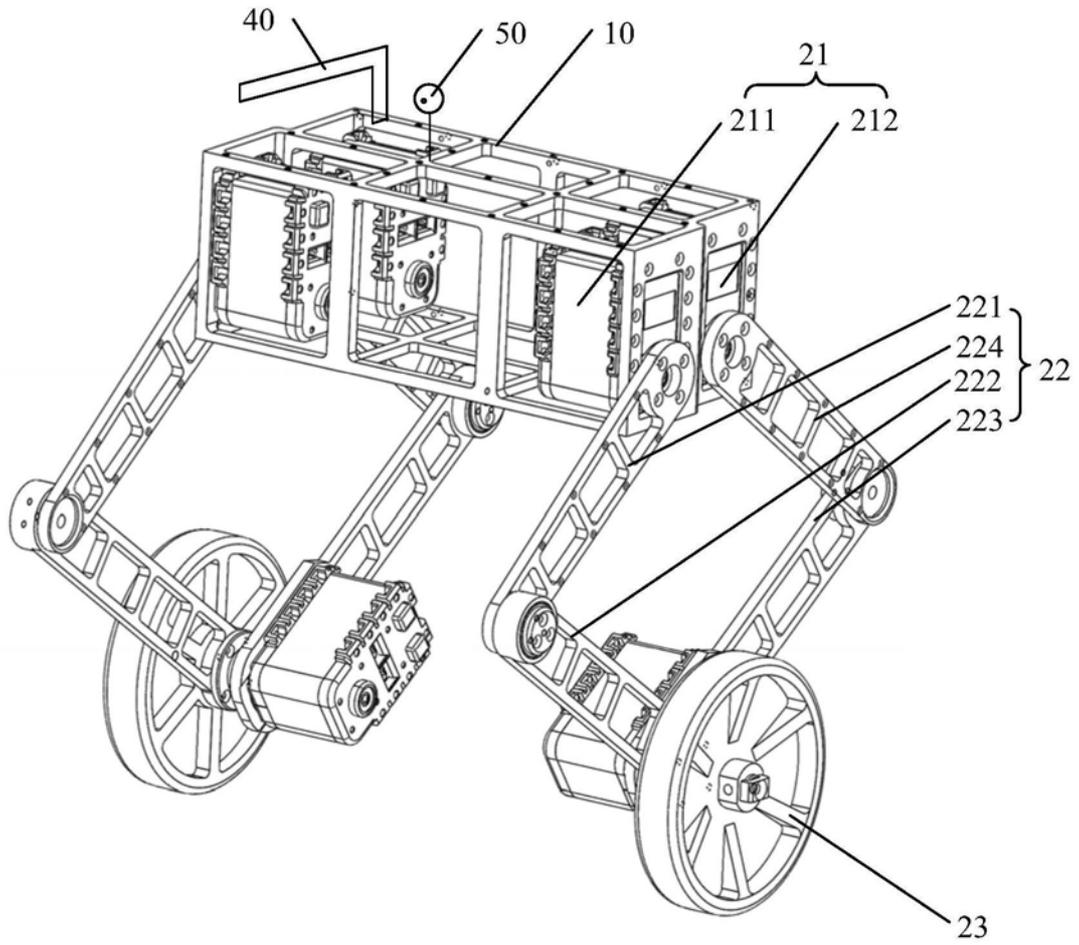


图6