



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102285390 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201110148697. 3

JP 昭 56-154370 A, 1981. 11. 28,

(22) 申请日 2011. 06. 03

审查员 徐春华

(73) 专利权人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街 145 号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72) 发明人 王立权 马洪文 卿智忠 张杰  
赵朋 许俊伟

(51) Int. Cl.

B62D 57/032 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201154478 Y, 2008. 11. 26,

CN 101973027 A, 2011. 02. 16,

CN 1524662 A, 2004. 09. 01,

CN 1819901 A, 2006. 08. 16,

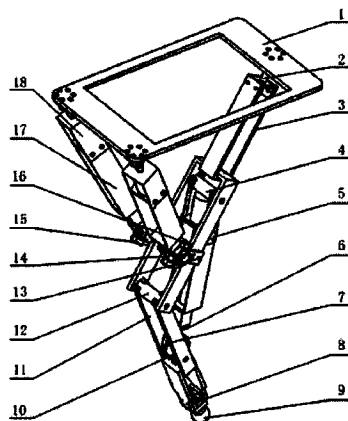
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 6 页

(54) 发明名称

一种步行机器人的混联弹性驱动步行腿

(57) 摘要

本发明涉及到仿生机器人技术领域,具体是提供一种机器人的混联弹性驱动步行腿。其结构包括固定在腿部基座上的三个球铰链,一个球铰链与大腿部件联接,另外两个球铰链与两个弹性驱动器联接后,再与虎克铰相连,并通过中间联接座与大腿部件联接,在虎克铰与中间联接座之间设置有虎克铰连接板,小腿部件与大腿部件通过大小腿部件连接轴形成轴接,小腿部件末端与足尖座固定好后,再与球状足联接,另一弹性驱动器安置在大腿部件与小腿部件之间,上端通过连接板与大腿部件连接轴联接,下端通过圆形座与小腿部件连接轴联接。本发明为步行机器人设计了一种负载能力大、步行能力强和减震缓冲能力好的步行腿,具有很高的研究价值和广阔的应用前景。



1. 一种步行机器人的混联弹性驱动步行腿,包括与机器人身体相固定的基座,基座下端依次连接大腿部件和小腿部件,其特征在于:所述大腿部件上端与基座铰接,大腿部件下端与小腿部件铰接;还包括一个大腿部件处的并联驱动机构和一个小腿部件处的闭环串联机构;

所述并联驱动机构包括两个弹性驱动器 I,两个弹性驱动器 I 上端分别与基座铰接,两个弹性驱动器 I 下端分别与大腿部件铰接;

所述闭环串联机构包括弹性驱动器 II,所述弹性驱动器 II 的上端与大腿部件铰接,弹性驱动器 II 的下端与小腿部件铰接;

所述大腿部件上端及两个弹性驱动器 I 的上端都分别通过球铰链与基座连接,具体位置为,三个球铰链成等腰三角形布置安放在基座上,其中,连接两个弹性驱动器 I 的球铰链置于等腰三角形的底边两点位置上,连接大腿部件的球铰链置于等腰三角形的顶点位置上。

2. 根据权利要求 1 所述的步行机器人的混联弹性驱动步行腿,其特征在于两个弹性驱动器 I 的下端分别通过虎克铰链与大腿部件连接;所述两个弹性驱动器 I 上端球铰链之间的距离大于下端两虎克铰链之间的距离,整个并联驱动机构的初始形状为等腰梯形。

3. 根据权利要求 1 所述的步行机器人的混联弹性驱动步行腿,其特征在于小腿部件末端与足尖座固定,所述足尖座与球状足铰接。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的步行机器人的混联弹性驱动步行腿,其特征在于所述的大腿部件和小腿部件均采用两层夹板式结构,夹板内侧镶嵌轴承,有连接轴的两端置于所述轴承内;所述大腿部件与两个弹性驱动器 I 之间、大腿部件与弹性驱动器 II 之间、大腿部件与小腿部件之间以及小腿部件与弹性驱动器 II 之间通过置于不同位置的连接轴连接。

5. 根据权利要求 4 所述的步行机器人的混联弹性驱动步行腿,其特征在于弹性驱动器 II 的上端通过连接板与大腿部件上的连接轴连接,弹性驱动器 II 的下端通过圆形座与小腿部件上的连接轴连接。

6. 根据权利要求 4 所述的步行机器人的混联弹性驱动步行腿,其特征在于弹性驱动器 I 的下端通过虎克铰链与大腿部件连接的具体连接方式为,弹性驱动器 I 的下端与虎克铰链连接后,通过中间联接座固定在大腿部件上,在虎克铰链与中间联接座之间设置有虎克铰连接板。

7. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的步行机器人的混联弹性驱动步行腿,其特征在于弹性驱动器 I、弹性驱动器 II 及小腿部件分别与大腿部件连接,它们在大腿部件上的连接位置从上至下依次为:弹性驱动器 II、两个并列的弹性驱动器 I、小腿部件。

## 一种步行机器人的混联弹性驱动步行腿

### 技术领域：

[0001] 本发明涉及仿生机器人的技术领域，具体是提供一种仿生机器人的步行腿机构。

### 背景技术：

[0002] 步行机器人腿部机构有传统的开环链式结构、闭环并联结构或两者的结合。传统的开环链式串联腿式机器人存在腿部运动链较长、积累误差大、承载力差等缺陷；将并联机构运用到机器人腿部结构中，可使机器人具有刚度大、结构稳定、承载能力强等优点；对步行机器人结构的研究主要是对其腿部机构的研究，其腿部机构构型越来越复杂，结构由传统的串联式，发展变化到并联式，单一的串联和并联机构在机构设计、运动性能等方面存在机构体积大、运动空间小、灵活性差、负载能力差等问题。国内外大多数专家一般是单一的研究串联机构的缓冲腿式机构或单一的并联机构缓冲型腿式机构，很少综合起来考虑，这样使得步行腿机构只具备单一的或几个方面的功能，同时不具有生物体肌肉的特性和综合的性能。

[0003] 在动物的肢体中，软组织（如肌、腱、软骨）是加强刚度的组织，当足部触地时，使得软组织发生变形，当变形增加时，相应的刚度也会随着增加，这种软组织一方面能为动物腿部提供动力，另一方面有缓解地面给动物腿部的冲击。国内外很多专家都采用弹簧来缓解这种冲击，为此设计了各种缓冲型步行腿机构，如广东省何胜权发明的一种机器人腿部机构，申请号：200720176501.0，这种机器人腿部结构采用的是一种凸轮连杆机构，通过连杆和摆杆来连接机器人足，与现有技术相比，结构简单，时速较高，不过这种腿部结构并没有解决机器人负载能力小、减震缓冲效果差的问题。

### 发明内容：

[0004] 本发明的目的是提供一种负载能力大、步行能力强和减震缓冲能力好的步行腿，使其具备良好的复杂地面适应能力。

[0005] 所述目的是通过如下方案实现的：

[0006] 一种步行机器人的混联弹性驱动步行腿，包括与机器人身体相固定的基座，基座下端依次连接大腿部件和小腿部件，所述大腿部件上端与基座铰接，大腿部件下端与小腿部件铰接；还包括一个大腿部件处的并联驱动机构和一个小腿部件处的闭环串联机构；所述并联驱动机构包括两个弹性驱动器 I，两个弹性驱动器 I 上端分别与基座铰接，两个弹性驱动器 I 下端分别与大腿部件铰接；所述闭环串联机构包括弹性驱动器 II，所述弹性驱动器 II 的上端与大腿部件铰接，弹性驱动器 II 的下端与小腿部件铰接。所述步行腿的大腿部件部位采用并联驱动方式，可使整个步行腿前后摆动和小角度侧向摆动，小腿部件与大腿部件之间采用串联驱动方式，可使小腿部件上下摆动，整个步行腿具有 3 个自由度。当足尖触地时，在大腿部件与小腿部件之间的弹性驱动器 II 通过挤压弹性驱动器内部的弹簧达到一级缓冲减震作用，而大腿部件与机器人本体（基座）之间两弹性驱动器 I 起到二级减震缓冲作用。

[0007] 优选结构为,所述大腿部件上端及两个弹性驱动器 I 的上端都分别通过球铰链与基座连接,具体位置为,三个球铰链成等腰三角形布置安放在基座上,其中,连接两个弹性驱动器 I 的球铰链置于等腰三角形的底边两点位置上,连接大腿部件的球铰链置于等腰三角形的顶点位置上。

[0008] 优选结构为,所述三个球铰链中的球铰座是向内倾斜的,具有一个初始大小为 45 度的倾斜角。

[0009] 进一步优选,两个弹性驱动器 I 的下端分别通过虎克铰链与大腿部件连接;所述两个弹性驱动器 I 上端球铰链之间的距离大于下端两虎克铰链之间的距离,整个并联驱动机构的初始形状为等腰梯形。

[0010] 具体地,小腿部件末端与足尖座固定,所述足尖座与球状足铰接。

[0011] 前述结构基础上的优选结构为,所述的大腿部件和小腿部件均采用两层夹板式结构,夹板内侧镶嵌轴承,有连接轴的两端置于所述轴承内;所述大腿部件与两个弹性驱动器 I 之间、大腿部件与弹性驱动器 II 之间、大腿部件与小腿部件之间以及小腿部件与弹性驱动器 II 之间通过置于不同位置的连接轴连接。

[0012] 更优选结构为,大腿部件和小腿部件各分两段,各段夹板可互换,大、小腿部件的各段夹板垂直交叉对称布置且固定连接。

[0013] 进一步优选结构为,弹性驱动器 II 的上端通过连接板与大腿部件上的连接轴连接,弹性驱动器 II 的下端通过圆形座与小腿部件上的连接轴连接;弹性驱动器 I 的下端通过虎克铰链与大腿部件连接的具体连接方式为,弹性驱动器 I 的下端与虎克铰链连接后,通过中间联接座固定在大腿部件上,在虎克铰链与中间联接座之间设置有虎克铰连接板。

[0014] 进一步优选结构为,弹性驱动器 I、弹性驱动器 II 及小腿部件分别与大腿部件连接,这三者在大腿部件上的连接位置从上至下依次为:弹性驱动器 II、两个并列的弹性驱动器 I、小腿部件。

[0015] 本发明是一种混联弹性驱动步行腿,大腿部件部位采用并联机构,以便在单个驱动器驱动力一定的情况下取得更大的垂直方向的驱动力,增大机器人的负载能力和移动速度;小腿部件部分采用串联闭环机构,增大机器人足部的运动空间,由于步行腿采用一种弹性驱动器作为动力源,使得步行腿在大腿部件和小腿部件部位都具有减震缓冲能力,实现了二级减震缓冲功能。同时,弹性驱动器产生的推力,作用在与之相连的机构上,间接实现关节的运动,避免了关节的损害。通过改变与大腿部件相连的两弹性驱动器驱动量来改变大腿部件的运动情况,当两弹性驱动器的伸长量相等时,只使腿部产生前后的摆动;当两弹性驱动器的伸长量不相等时,一方面使腿部产生前后的摆动,另一方面使腿部产生小角度的侧摆。通过改变大腿部件与小腿部件间弹性驱动器的驱动量,使得小腿部件产生绕大腿部件的转动量。当腿部足尖端受到较大冲击或碰到硬物时,足尖冲击力将瞬间传递到驱动器上,转换为压缩弹簧的弹簧力和阻尼器的阻尼力,达到缓冲的效果。因此,本发明为负载能力大、步行能力强和减震缓冲能力好的步行机器人提供了可能,采用本发明的机器人具有精度高、良好的机动性、良好的运动特性和适应复杂地形的能力,具有较高的应用价值和前景,利于推广应用。

附图说明:

- [0016] 图 1 是本发明的混联弹性驱动步行腿的结构示意简图；  
[0017] 图 2 是本发明的混联弹性驱动步行腿的立体图；  
[0018] 图 3 是本发明的混联弹性驱动步行腿的主视图；  
[0019] 图 4 是本发明的混联弹性驱动步行腿的左视图；  
[0020] 图 5 是本发明的混联弹性驱动步行腿的俯视图；  
[0021] 图 6 是虎克铰三维结构示意图；  
[0022] 图 7 是两个虎克铰之间连接结构示意图；  
[0023] 图 8 是本发明的步行腿的并联机构驱动环节的初始形状示意图；  
[0024] 图 9 是本发明的步行腿的并联机构驱动环节的变化后形状示意图；  
[0025] 图 10 弹性驱动器的结构示意图。

### 具体实施方式：

[0026] 下面结合附图详细阐述本发明优选的实施方式。

[0027] 现阶段，对步行腿关节的驱动一般都采用动力源（如电机）经传动机构直接驱动的方式，这种方式容易使关节受到碰坏，本发明采用弹性驱动器间接驱动关节转动的方式，避免对关节造成损害。

[0028] 结合图 1 至图 5，本实施方式是一种步行机器人的混联弹性驱动步行腿，这是一种由弹性驱动器间接驱动机器人腿部关节运动的步行腿。其主要组成包括固定在腿部基座 1 上的三个球铰链 2，三个球铰链成等腰三角形 21（见图 5）布置安放在基座上，一个球铰链 2 与大腿部件 3 联接，中间联接座 14 通过固定螺钉 13 与大腿部件 3 联接后，再与虎克铰连接板 16 联接。两弹性驱动器 I 17 分别与各自的大联接座 18 固定好后，上端分别与一个球铰链 2 联接，下端分别与一个虎克铰链 15 联接，虎克铰链 15 通过螺钉 13 固定在虎克铰连接板 16 上。小腿部件 11 通过大小腿部件连接轴 12 与大腿部件 3 形成轴接后，其下端与足尖座 8 固定好后，再与球状足 9 联接。弹性驱动器 II 24 与两连接板 5 联接后，上端与大腿部件连接轴 4 联接，形成铰接；下端与圆形座 6 固定好后，再通过小联接座 7 与小腿部件连接轴 10 相联接。大腿部件 3 与小腿部件 11 采用夹板式结构，夹板上可内嵌轴承，各连接轴安置在大腿部件 3 与小腿部件 11 的夹板之间，通过轴承实现铰接与轴接。

[0029] 其动力传递过程为：弹性驱动器 I、弹性驱动器 II 作为步行腿的动力源，为步行机器人各关节提供动力，大腿部件 3 与基座 1 之间的并联驱动机构 20 为整个步行腿提供动力，当两个弹性驱动器 I 17 作往复直线驱动时，两驱动器 I 产生的合力传递到虎克铰 15 与球铰链 2 上，使整个步行腿产生前后与侧向的摆动，小腿部件与大腿部件之间的串联驱动机构 19（即弹性驱动器 II）为小腿部件 11 提供一个上下摆动的动力，弹性驱动器 II 产生的推力直接作用在小腿部件 11 上，使得小腿部件 11 绕大腿部件 3 运动。

[0030] 具体的运动原理为：整个机器人的腿部运动情况是通过弹性驱动器  $q_1$ 、 $q_2$  驱动大腿部件运动，当两弹性驱动器伸长量相等时，使并联机构 20 的动平台绕基座 1 运动，但只使大腿部件 3 产生前后摆动，即  $\theta$ ；当两弹性驱动器伸长量不相等时，一方面使腿部产生前后摆动的角度  $\theta$ ，另一方面使腿部产生左右侧摆的角度  $\theta_1$ ，但这一角度值不大；弹性驱动器  $q_3$  仅使小腿部件产生上下摆动的角度  $\theta_3$ ，通过这三个驱动器伸长量的变化，可使腿部足尖 8 在一定的空间范围内运动。

[0031] 本发明所述的弹性驱动器是已成熟的公知技术,现有技术中的弹性驱动器都可以应用在本发明当中。

[0032] 本实施方式提供一种弹性驱动器(见图10),具体结构如下:

[0033] 伺服电机31的末端与编码器30固连,伺服电机31另一端通过四个螺丝与电机支持板32固连,电机支持板32与连接筒33固连,连接筒33与轴承座35固连,轴承座35与外壳46固连,外壳46另一端与端盖47固连,伺服电机输出轴由内向外安装的分别是联轴器34、深沟球轴承36、丝杠37、支撑块45、螺母40、推力圆柱41。与螺母40相连的推力圆柱41的两侧是两个弹簧驱动板42,弹簧驱动板的两侧分别是两个一模一样的受相同预紧力的被压缩的弹簧43,前端弹簧的另一端连接的是与驱动筒本身的凸板相连,凸板上开有两个螺纹孔与导向圆柱固连44,导向圆柱44沿外壳46的导槽移动,导槽在外壳内侧成 $180^\circ$ 排列,后端弹簧的另一端连接的是弹簧挡环39,弹簧挡环39的另一端与挡环固定螺母38相连,驱动筒48外端与驱动输出端49相连。

[0034] 如图6、7所示:上铰链座24与下铰链座25通过虎克铰十字架26相连,27、28为轴承端盖,两个虎克铰通过虎克铰连接板29相连。

[0035] 结合图8、图9,从上面的分析中可以知道 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 只与弹性驱动器 $q_1$ 、 $q_2$ 有关,而 $\theta_3$ 只与弹性驱动器 $q_3$ 有关。从整个步行腿侧面看(即从左往右看),两并联驱动环节的初始形状22与通过驱动器 $q_1$ 、 $q_2$ 变化后的形状23如图9所示,整个弹性驱动器的长度 $l'_1$ 、 $l'_2$ 伸长为 $l_1$ 、 $l_2$ ;角度由 $\alpha'_1$ 、 $\alpha'_2$ 变成 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ ;梯形上下两底中点的距离由 $m'_1$ 、 $m'_2$ 变成了 $m_1$ 、 $m_2$ 。

[0036] 另外,本实施方式只是对本专利的示例性说明而并不限定它的保护范围,本领域人员还可以对其进行局部改变,只要没有超出本专利的精神实质,都视为对本专利的等同替换,都在本专利的保护范围之内。



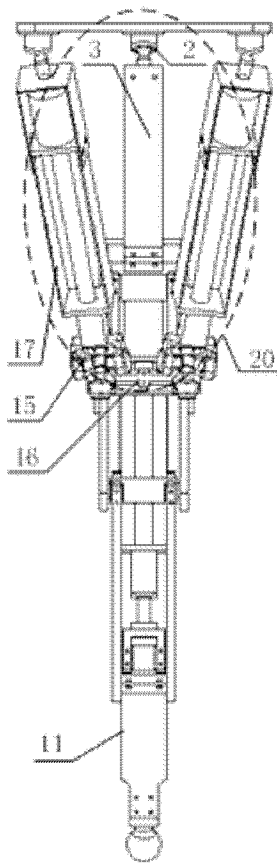


图 3

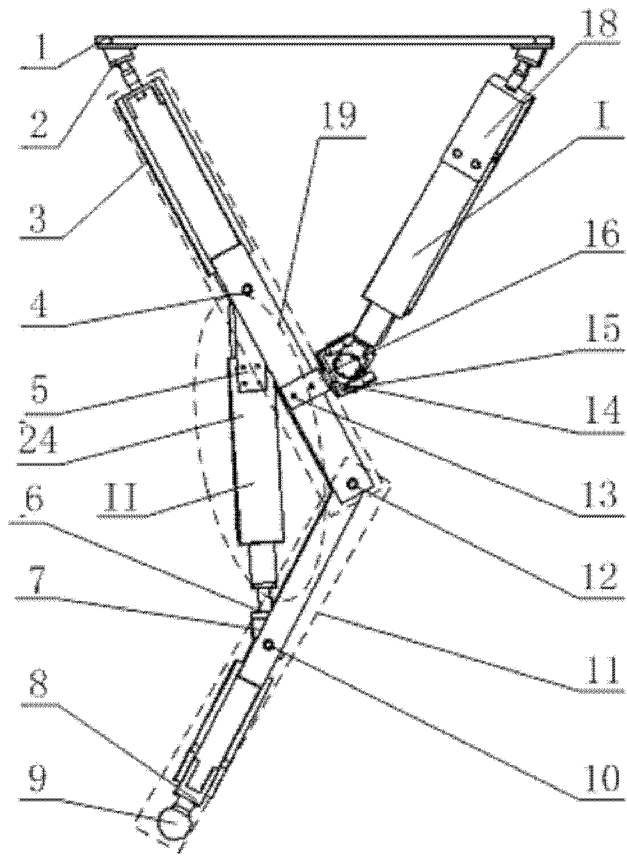


图 4



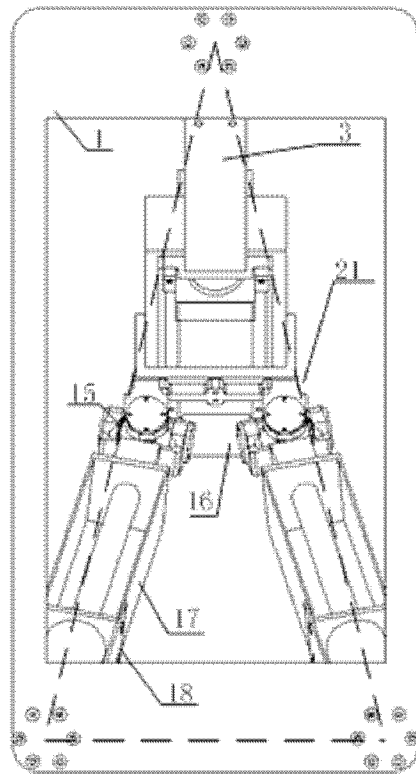


图 5

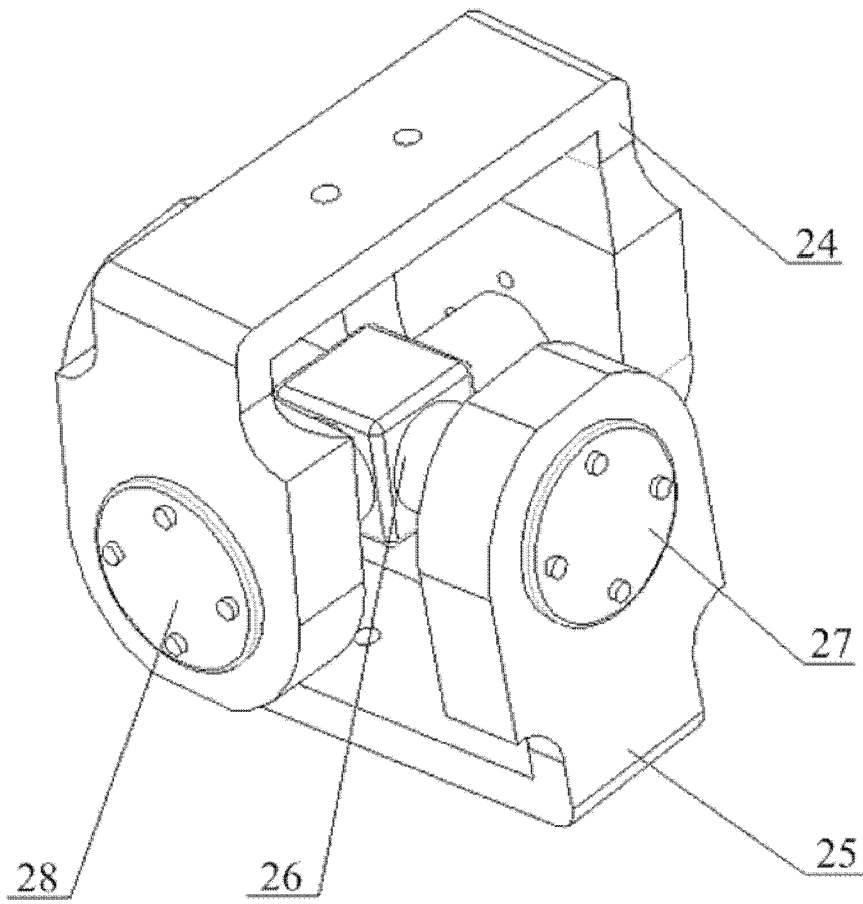


图 6

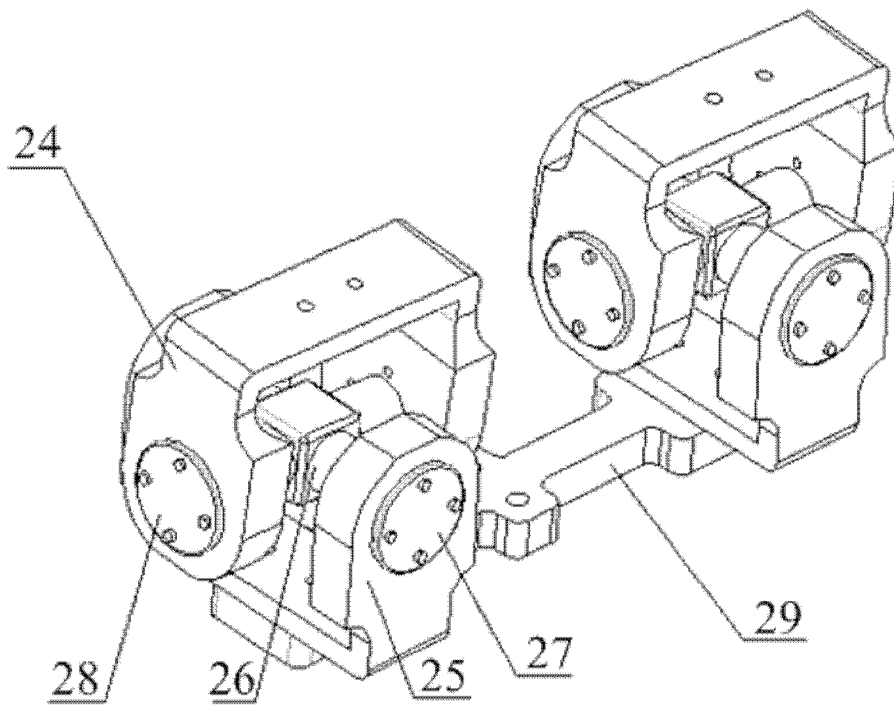


图 7

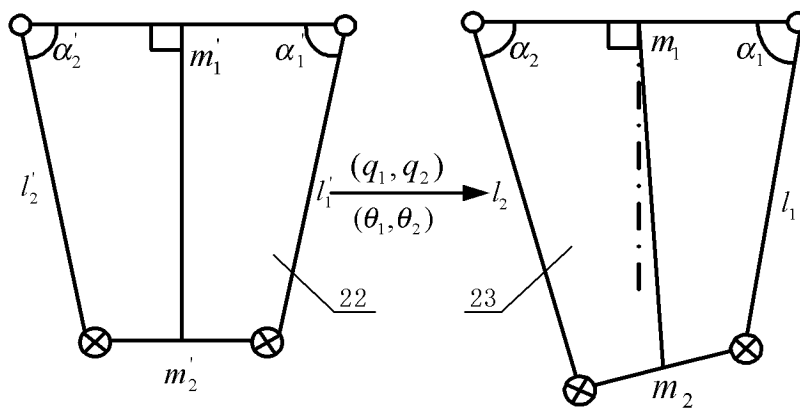


图 8

图 9

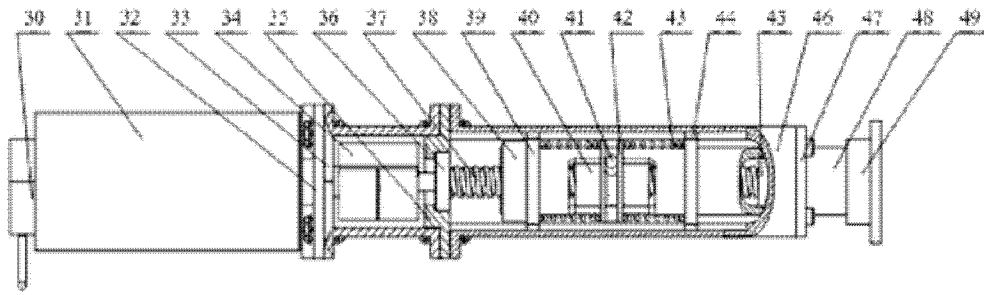


图 10