



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108790660 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(21)申请号 201810707413.1

(22)申请日 2018.07.02

(71)申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 兰凤崇 曾立锵 陈吉清 陶孙文

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 李瑶

(51)Int.Cl.

B60G 11/14(2006.01)

B60G 3/20(2006.01)

B60G 17/016(2006.01)

B60G 17/0165(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

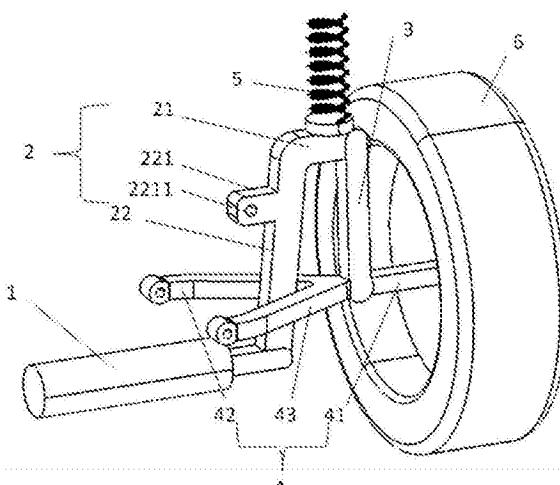
(54)发明名称

一种基于线性电机的主动悬挂结构

(57)摘要

本发明涉及一种基于线性电机的主动悬挂结构，包括悬挂弹簧和下摆臂，下摆臂水平设置，下摆臂一端转动连接于车轮的轮轴，另一端铰接于车身，悬挂弹簧设置于下摆臂的上方，悬挂弹簧的上端与悬架塔顶连接，还包括线性电机、连接件和支撑杆，线性电机设置于车身的底部，且线性电机的活动端沿车轮的轮轴方向运动，连接件竖直设置，悬挂弹簧的下端固接于连接件的顶部，连接件的中部与车身铰接，连接件的下部与线性电机的活动端铰接，支撑杆竖直设置，支撑杆的上部铰接于连接件的上部，支撑杆的下部铰接于下摆臂，线性电机的本体与车身活动连接。

A 本发明能够主动驱使车轮上下运动，缓冲路面上的颠簸，控制车身的姿态，降低了线性电机的选型要求。



1. 一种基于线性电机的主动悬挂结构，包括悬挂弹簧和下摆臂，下摆臂水平设置，下摆臂一端转动连接于车轮的轮轴，另一端铰接于车身，悬挂弹簧设置于下摆臂的上方，悬挂弹簧的上端与悬架塔顶连接，其特征在于：还包括线性电机、连接件和支撑杆，线性电机设置于车身的底部，且线性电机的活动端沿车轮的轮轴方向运动，连接件竖直设置，悬挂弹簧的下端固接于连接件的顶部，连接件的中部与车身铰接，连接件的下部与线性电机的活动端铰接，支撑杆竖直设置，支撑杆的上部铰接于连接件的上部，支撑杆的下部铰接于下摆臂，线性电机的本体与车身活动连接。

2. 按照权利要求1所述的一种基于线性电机的主动悬挂结构，其特征在于：连接件包括横向设置的横支臂和纵向设置的纵支臂，横支臂的顶部固接于悬挂弹簧的下端，横支臂的一侧固接于纵支臂的上部，横支臂的另外一侧铰接于支撑杆的上部，纵支臂的下部铰接于线性电机的活动端。

3. 按照权利要求2所述的一种基于线性电机的主动悬挂结构，其特征在于：纵支臂上设有水平设置的连接耳，连接耳与纵支臂设置在同一平面，连接耳的一端固接于纵支臂，另一端朝向背离车轮的方向，连接耳的另一端开有水平的通孔，连接件与车身铰接于通孔。

4. 按照权利要求3所述的一种基于线性电机的主动悬挂结构，其特征在于：连接耳靠近横支臂设置。

5. 按照权利要求1所述的一种基于线性电机的主动悬挂结构，其特征在于：线性电机的本体远离活动端的一侧铰接于车身，线性电机的本体靠近活动端的一侧设有减震弹簧，减震弹簧的一端固接于线性电机，另一端悬吊于车身。

6. 按照权利要求1所述的一种基于线性电机的主动悬挂结构，其特征在于：线性电机的本体远离活动端的一侧设有吊耳，吊耳竖直设置，上端固接于车身底部，下端与线性电机铰接。

7. 按照权利要求1所述的一种基于线性电机的主动悬挂结构，其特征在于：下摆臂包括轮轴连接部和车身连接部，轮轴连接部一端转动连接于车轮的轮轴，轮轴连接部的另外一端固接于车身连接部，车身连接部包括第一车身连接部和第二车身连接部，第一车身连接部的一端固接于轮轴连接部，第一车身连接部的另外一端铰接于车身，第二车身连接部的一端固接于轮轴连接部，第二车身连接部的另外一端铰接于车身，第一车身连接部和第二车身连接部分别位于连接件的两侧，支撑杆的下部铰接于轮轴连接部。

一种基于线性电机的主动悬挂结构

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车的悬挂领域,特别是涉及一种基于线性电机的主动悬挂结构。

背景技术

[0002] 汽车悬挂系统是指由车身与轮胎间的支持系统,具有支持车身,改善乘坐舒适性的作用。传统的汽车悬挂结构的避震系统主要由弹簧和阻尼器组成,其只能被动地缓冲路面上的颠簸,减震效果不理想,往往难以同时兼顾乘坐的舒适性和高速行驶时的操控性和稳定性,且在调整转弯或加减速时会因车辆离心力的作用出现侧倾和摆动或前后俯仰,影响车辆的舒适性和稳定性。而传统的主动悬挂结构控制精度要求高,结构复杂,成本高昂,难以大规模普及,其往往通过改变阻尼器的阻尼的方式来控制悬挂的动作,不能最有效地主动控制车身姿态。

发明内容

[0003] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的是:提供一种基于线性电机的主动悬挂结构,其对线性电机的体积限制、推力和精度的要求都有所降低,能够主动缓冲由不平路面传给车身的冲击力,并且提高车辆过弯时的稳定性。

[0004] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种基于线性电机的主动悬挂结构,包括悬挂弹簧和下摆臂,下摆臂水平设置,下摆臂一端转动连接于车轮的轮轴,另一端铰接于车身,悬挂弹簧设置于下摆臂的上方,悬挂弹簧的上端与悬架塔顶连接,还包括线性电机、连接件和支撑杆,线性电机设置于车身的底部,且线性电机的活动端沿车轮的轮轴方向运动,连接件竖直设置,悬挂弹簧的下端固接于连接件的顶部,连接件的中部与车身铰接,连接件的下部与线性电机的活动端铰接,支撑杆竖直设置,支撑杆的上部铰接于连接件的上部,支撑杆的下部铰接于下摆臂,线性电机的本体与车身活动连接。线性电机的活动端的伸缩能够带动连接件的下部以连接件与车身的铰接点为中心旋转,连接件给支撑杆一个向下或者向上的力,从而能够主动地驱使车轮上下运动,调节车身的姿态,主动缓冲由不平路面传给车身的冲击力,同时主动纠正车身在拐弯时的倾斜,提高车辆过弯时的稳定性。而线性电机的活动端沿车轮的轮轴方向运动,连接件和支撑杆的设置,使得线性电机的作用力的力臂较长,根据杠杆原理,线性电机的活动端无需输出太大的作用力即可牵引车轮上下摆动,从而控制车身的姿态,而线性电机活动端移动的距离传递到车轮端的上下摆动时会被缩小,因此对线性电机的推力和控制精度的要求相对降低,更容易对车轮主动调节。

[0006] 进一步,连接件包括横向设置的横支臂和纵向设置的纵支臂,横支臂的顶部固接于悬挂弹簧的下端,横支臂的一侧固接于纵支臂的上部,横支臂的另外一侧铰接于支撑杆的上部,纵支臂的下部铰接于线性电机的活动端。通过连接件的横支臂和纵支臂,将悬挂弹簧、下摆臂和线性电机有机地结合在一起,布局合理,横支臂的设置便于布置悬挂弹簧,纵支臂的设置便于与车身连接且纵支臂与横支臂连接便于增加线形电机的力臂,进一步放大

线性电机的在下摆臂上的作用力。

[0007] 进一步，纵支臂上设有水平设置的连接耳，连接耳与纵支臂设置在同一平面，连接耳的一端固接于纵支臂，另一端朝向背离车轮的方向，连接耳的另一端开有水平的通孔，连接件与车身铰接于通孔。连接耳凸出于纵支臂的设置为纵支臂与车身的连接提供了更多的安装空间，不会被纵支臂和横支臂妨碍，连接更加方便。

[0008] 进一步，连接耳靠近横支臂设置，增大了线性电机与连接耳的距离，因此也增大了线性电机作用力的力臂，根据杠杆原理，线性电机的活动端无需输出太大的作用力即可牵引车轮上下摆动，从而控制车身的姿态，对线性电机的推力要求相对降低，更容易对车轮主动调节。

[0009] 进一步，线性电机的本体远离活动端的一侧铰接于车身，线性电机活动端的伸缩不会受到干扰，线性电机的主动调节更精确。线性电机的本体靠近活动端的一侧设有减震弹簧，减震弹簧的一端固接于线性电机，另一端悬吊于车身，可以有效吸收来自车身颠簸和悬架的大幅度运动带来的冲击，从而保护线性电机不容易损坏。

[0010] 进一步，线性电机的本体远离活动端的一侧设有吊耳，吊耳竖直设置，上端固接于车身底部，下端与线性电机铰接。因此线性电机的本体得以固定，线性电机活动端的伸缩不会受到干扰，为线性电机精确的主动调节提供了良好的条件。通过吊耳的铰接，使线性电机的本体能够绕铰接点旋转，线性电机的本体靠近活动端的一侧能够在减震弹簧的连接下作上下运动，有利于减震弹簧发挥减震作用，保护线性电机不容易损坏。

[0011] 进一步，下摆臂包括轮轴连接部和车身连接部，轮轴连接部一端转动连接于车轮的轮轴，轮轴连接部的另外一端固接于车身连接部，车身连接部包括第一车身连接部和第二车身连接部，第一车身连接部的一端固接于轮轴连接部，第一车身连接部的另外一端铰接于车身，第二车身连接部的一端固接于轮轴连接部，第二车身连接部的另外一端铰接于车身，第一车身连接部和第二车身连接部分别位于连接件的两侧，支撑杆的下部铰接于轮轴连接部。采用上述结构后，便于下摆臂的布局，且下摆臂有第一车身连接部和第二车身连接部两个与车身连接的支点，连接更为稳固，且便于连接件的布局。

[0012] 总的说来，本发明具有如下优点：

[0013] 线性电机的活动端的伸缩能够带动连接件的下部以连接件与车身的铰接点为中心旋转，连接件给支撑杆一个向下或者向上的力，从而能够主动地驱使车轮上下运动，调节车身的姿态，主动缓冲由不平路面传给车身的冲击力，同时主动纠正车身在拐弯时的倾斜，提高车辆过弯时的稳定性。而线性电机的活动端沿车轮的轮轴方向运动，连接件和支撑杆的设置，悬挂结构形成一个杠杆，线性电机位于长力臂端，车轮位于短力臂端，根据杠杆原理，线性电机的活动端无需输出太大的作用力即可牵引车轮上下摆动，从而控制车身的姿态，而线性电机活动端移动的距离传递到车轮端的上下摆动时会被缩小，因此对线性电机的推力要求和定位精度要求相对降低，更容易对车轮主动调节。本发明将线性电机安装在下摆臂的下方，相比于通常的主动悬挂有更大的空间安装线性电机，能减少对线性电机的体积约束要求。

附图说明

[0014] 图1为本发明一种基于线性电机的主动悬挂结构的立体结构示意图。

- [0015] 图2为本发明一种基于线性电机的主动悬挂结构的正视图。
- [0016] 图3为本发明一种基于线性电机的主动悬挂结构的俯视图。
- [0017] 图4为本发明一种基于线性电机的主动悬挂结构的线性电机与车身的连接方式的示意图。
- [0018] 其中图1～图4中包括有：
- [0019] 1—线性电机、11—吊耳、12—减震弹簧；
- [0020] 2—L形连杆、21—横支臂、22—纵支臂、221—连接耳、
2211—通孔；
- [0021] 3—支撑杆；
- [0022] 4—下摆臂、41—轮轴连接部、42—第一车身连接部、
43—第二车身连接部；
- [0023] 5—悬挂弹簧；
- [0024] 6—车轮；
- [0025] 7—车身底部。

具体实施方式

[0028] 下面来对本发明做进一步详细的说明。

[0029] 如图1～图4所示，一种基于线性电机1的主动悬挂结构，包括悬挂弹簧5和下摆臂4，下摆臂4水平设置，下摆臂4一端转动连接于车轮6的轮轴，另一端铰接于车身，悬挂弹簧5设置于下摆臂4的上方，悬挂弹簧5的上端与悬架塔顶连接，还包括线性电机1、连接件和支撑杆3，线性电机1设置于车身的底部，且线性电机1的活动端沿车轮6的轮轴方向运动，连接件竖直设置，悬挂弹簧5的下端固接于连接件的顶部，连接件的中部与车身铰接，连接件的下部与线性电机1的活动端铰接，支撑杆3竖直设置，支撑杆3的上部铰接于连接件的上部，支撑杆3的下部铰接于下摆臂4，线性电机1的本体与车身活动连接。线性电机1的活动端的伸缩能够带动连接件的下部以连接件与车身的铰接点为中心旋转，连接件给支撑杆3一个向下或者向上的力，从而能够主动地驱使车轮6上下运动，调节车身的姿态，主动缓冲由不平路面传给车身的冲击力，同时主动纠正车身在拐弯时的倾斜，提高车辆过弯时的稳定性。而线性电机1的活动端沿车轮6的轮轴方向运动，连接件和支撑杆3的设置，使得线性电机1的作用力的力臂较长，根据杠杆原理，线性电机1的活动端无需输出太大的作用力即可牵引车轮6上下摆动，从而控制车身的姿态，而线性电机1活动端移动的距离传递到车轮6端的上下摆动时会被缩小，对线性电机1的推力和控制精度的要求相对降低，更容易对车轮6主动调节。

[0030] 连接件包括横向设置的横支臂21和纵向设置的纵支臂22，横支臂21的顶部固接于悬挂弹簧5的下端，横支臂21的一侧固接于纵支臂22的上部，横支臂21的另外一侧铰接于支撑杆3的上部，纵支臂22的下部铰接于线性电机1的活动端。本实施例中，连接件为一个L型连杆2。通过连接件的横支臂21和纵支臂22，将悬挂弹簧5、下摆臂4和线性电机1有机地结合在一起，布局合理，横支臂21的设置便于布置悬挂弹簧5，纵支臂22的设置便于与车身连接且纵支臂22与横支臂21连接便于增加线性电机1的力臂，进一步放大线性电机1的在下摆臂4上的作用力。

[0031] 纵支臂22上设有水平设置的连接耳221，连接耳221与纵支臂22设置在同一平面，连接耳221的一端固接于纵支臂22，另一端朝向背离车轮6的方向，连接耳221的另一端开有水平的通孔2211，连接件与车身铰接于通孔2211。连接耳221凸出于纵支臂22的设置为纵支臂22与车身的连接提供了更多的安装空间，不会被纵支臂22和横支臂21妨碍，连接更加方便。

[0032] 连接耳221靠近横支臂21设置，增大了线性电机1与连接耳221的距离，因此也增大了线性电机1的力臂，根据杠杆原理，线性电机1的活动端无需输出太大的作用力即可牵引车轮6上下摆动，从而控制车身的姿态，而线性电机1活动端移动的距离传递到车轮6端的上下摆动时会被缩小，对线性电机1的推力和控制精度的要求相对降低，更容易对车轮6主动调节。

[0033] 线性电机1的本体远离活动端的一侧铰接于车身，线性电机1活动端的伸缩不会受到干扰，线性电机1的主动调节更精确。线性电机1的本体靠近活动端的一侧设有减震弹簧12，减震弹簧12的一端固接于线性电机1，另一端悬吊于车身，可以有效吸收来自车身颠簸和悬架的大幅度运动带来的冲击，从而保护线性电机1不容易损坏。同时线性电机1不仅可以对外做功，还能在过滤颠簸的过程中将车轮6传递到线性电机1的冲击能量用于发电，从而为电动汽车带来额外的续航里程；并且车轮6随路面的起伏振动会随着悬挂的结构传递给线性电机1，线性电机1可收集到路面的起伏信息，可以实现实时路谱的采集。

[0034] 线性电机1的本体远离活动端的一侧设有吊耳11，吊耳11竖直设置，上端固接于车身底部7，下端与线性电机1铰接。因此线性电机1的本体得以固定，线性电机1活动端的伸缩不会受到干扰，为线性电机1精确的主动调节提供了良好的条件。通过吊耳11的铰接，使线性电机1的本体能够绕铰接点旋转，线性电机1的本体靠近活动端的一侧能够在减震弹簧12的连接下作上下运动，有利于减震弹簧12发挥减震作用，保护线性电机1不容易损坏。

[0035] 下摆臂4包括轮轴连接部41和车身连接部，轮轴连接部41一端转动连接于车轮6的轮轴，轮轴连接部41的另外一端固接于车身连接部，车身连接部包括第一车身连接部42和第二车身连接部43，第一车身连接部42的一端固接于轮轴连接部41，第一车身连接部42的另外一端铰接于车身，第二车身连接部43的一端固接于轮轴连接部41，第二车身连接部43的另外一端铰接于车身，第一车身连接部42和第二车身连接部43分别位于连接件的两侧，支撑杆3的下部铰接于轮轴连接部41。采用上述结构后，便于下摆臂4的布局，且下摆臂4有第一车身连接部42和第二车身连接部43两个与车身连接的支点，连接更为稳固，且便于连接件的布局，降低了线性电机1的选型要求。

[0036] 本发明的工作原理：

[0037] 本发明的有效工作需要依赖于车辆对路面情况的识别。路面信息的采集可以来自于车辆本身对路面的识别装置，还能通过每台车经过该路段时对路面坑洼不平的数据路谱汇总形成的大数据，提前获得路面平整程度的详细信息，然后通过分析算法将前方的路面状况转化为驱动线性电机1的信号，从而使线性电机1牵引悬挂系统工作。

[0038] 行走在颠簸路面时：

[0039] 当车辆识别车轮6即将驶过前方路面的突出物时，控制器发送命令给控制该车轮6的线性电机1，线性电机1的活动端缩回，使L形连杆2围绕穿过连接耳221上的通孔2211的铰接轴(图中未示出)旋转，L形连杆2给支撑杆3一个向下的力，支撑杆3把向下的力传给下摆

臂4,而下摆臂4连接着车轮6,因此车轮6也受到一个向下的力,从而本发明能够主动地驱使车轮6向下移动,使悬挂可以在突出物到来时提前做好准备,主动地缓冲由不平路面传给车身的冲击力;

[0040] 当车辆识别车轮6即将驶过前方路面的凹坑时,控制器发送命令给线性电机1,线性电机1的活动端伸出,使L形连杆2围绕穿过连接耳221上的通孔2211的铰接轴旋转,L形连杆2给支撑杆3一个向上的力,支撑杆3把向上的力传给下摆臂4,而下摆臂4连接着车轮6,因此车轮6也受到一个向上的力,从而本发明能够主动地驱使车轮6向上移动,使悬挂可以在凹坑到来时提前做好准备,主动地缓冲由不平路面传给车身的冲击力。

[0041] 车辆过弯时:

[0042] 当车辆识别即将过左弯时,控制器发送命令给控制右边车轮的右边线性电机,右边线性电机的活动端伸出,使右边L形连杆围绕穿过右边连接耳上的铰接轴逆时针旋转,右边L形连杆带给右边支撑杆和右边下摆臂一个斜向左上方的力,这个力对右边下摆臂有一个向左的水平分力,从而带给右边车轮一个向左的水平分力,可以平衡转左弯过程中车辆受到的向右的离心力。同时,控制器发送命令给控制左边车轮的左边线性电机,左边线性电机的活动端缩回,使左边L形连杆围绕穿过左边连接耳上的铰接轴逆时针旋转,左边L形连杆带给左边支撑杆和左边下摆臂一个斜向左下方的力,这个力对左边下摆臂有一个向左的水平分力,从而带给左边车轮一个向左的水平分力,可以平衡转弯过程中车辆受到的向右的离心力。因此本发明可以主动纠正车身在拐左弯时的倾斜,使车内乘员受到一定的向左的重力加速度的分力以平衡转左弯过程中受到的向右的离心力,能使乘员的过弯感觉更平稳舒适,同时也能减少车辆转左弯过程中的车身甩动,提高车辆过左弯时的稳定性和操控极限。当车辆识别即将过右弯时,控制逻辑类似。

[0043] 车辆急减速或者急加速时:

[0044] 当车辆识别即将减速时,控制器发送命令给控制车头两侧车轮的车头线性电机,车头线性电机的活动端伸出,使车头L形连杆围绕穿过车头连接耳上的车头铰接轴旋转,车头L形连杆给车头支撑杆一个向上的力,车头支撑杆把向上的力传给车头下摆臂,而车头下摆臂分别连接着车头两侧车轮,因此车头两侧车轮也受到一个向上的力,从而本发明能够主动地驱使车头两侧车轮向上移动,车头两侧车轮提供更强的对地支撑力,可以平衡减速过程中车辆由于离心力导致的重心前移而向车头两侧车轮施加的更大压力;同时控制器发送命令给控制车尾两侧车轮的车尾线性电机,车尾线性电机的活动端缩回,使车尾L形连杆围绕穿过车尾连接耳上的车尾铰接轴旋转,车尾L形连杆给车尾支撑杆一个向下的力,车尾支撑杆把向下的力传给车尾下摆臂,而车尾下摆臂分别连接着车尾两侧车轮,因此车尾两侧车轮也受到一个向下的力,从而本发明能够主动地驱使车尾两侧车轮向下移动,车尾两侧车轮对地支撑力减小,可以抑制减速过程中车尾由于离心力导致的重心前移而引起车尾上翘的现象。因此本发明可以主动纠正车身在减速时的车头下沉、车尾上翘的“点头”和“翘尾”现象,使车厢前后俯仰的晃动更小,使车内乘员感觉更平稳舒适,同时也能提高车辆急减速时的车身稳定性和操控极限。当车辆急加速时,控制逻辑类似,能抑制车辆急加速时的车头翘起,车尾下沉的车身姿态,提高急加速时前轮的抓地力和操控能力。

[0045] 在越野路面时:

[0046] 当车辆经过凹凸不平的越野路段时,车辆可以通过识别前方的路况,由控制器发

送命令给控制每个车轮的相应线性电机，使每个车轮相应地随地面的起伏向上或者向下移动，从而更精确地实时控制车辆每个车轮的高低位置，使每个车轮在行驶过程中都能尽可能地与地面接触，避免车轮悬空造成车轮空转、动力流失，保持车辆车身稳定和安全。同时也能通过实时地控制悬挂，使四个车轮支持车身升高一定高度，保证足够的底盘离地间隙，避免车辆底盘磕底。

[0047] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

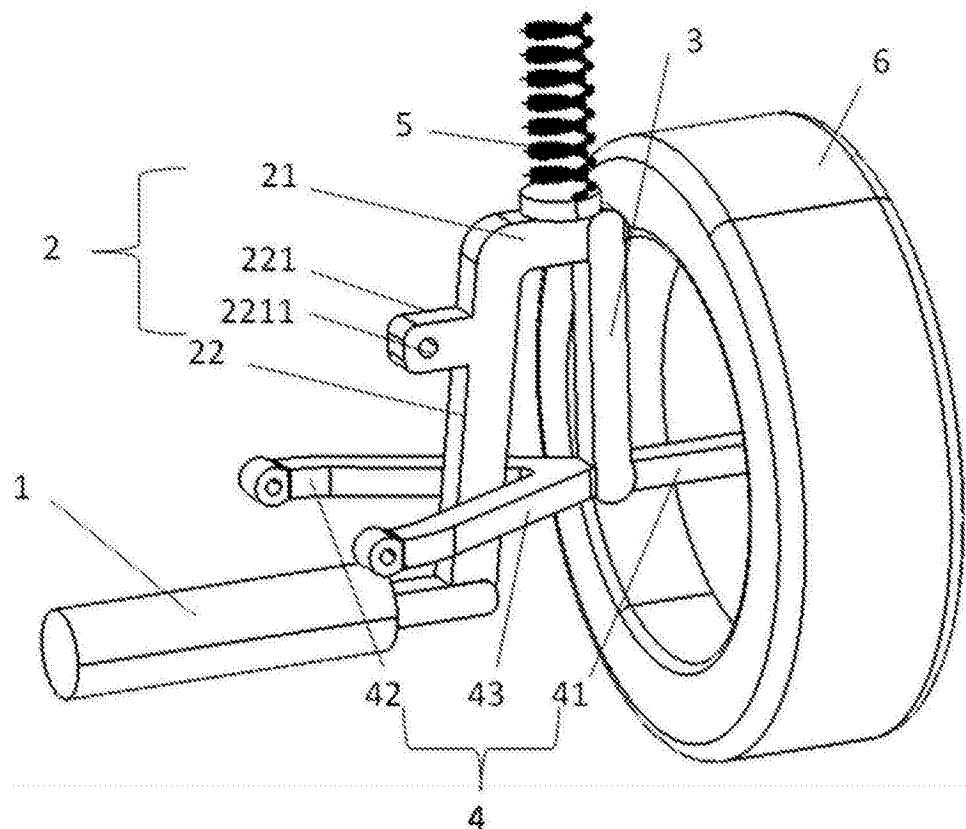


图1

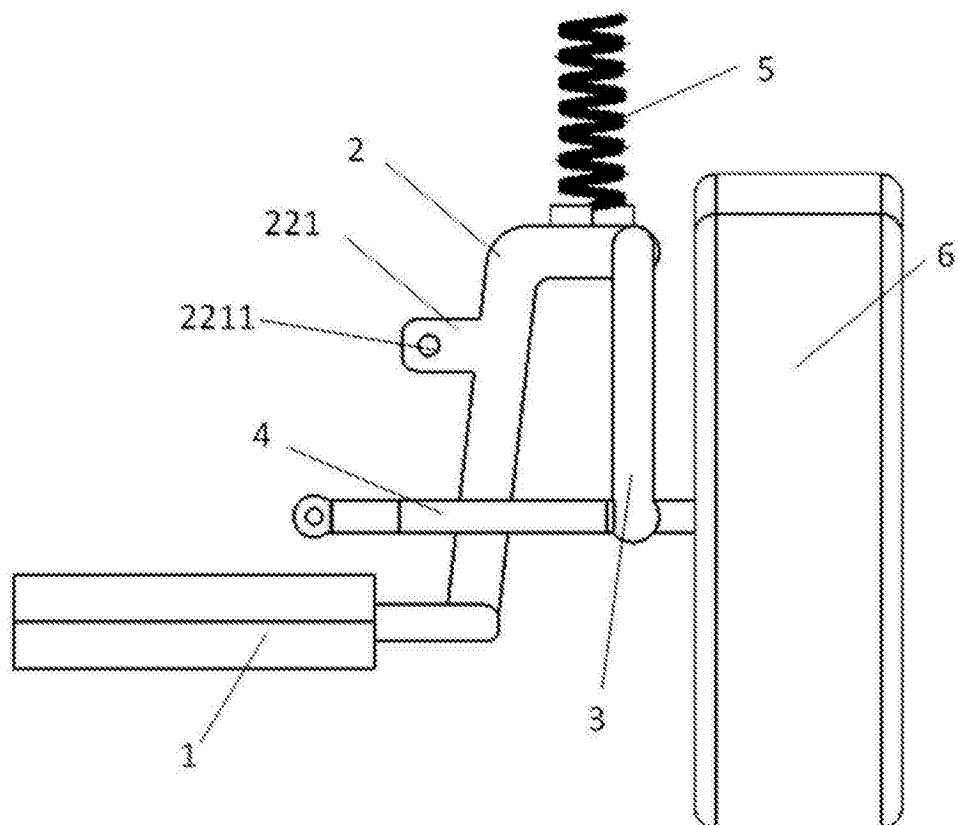


图2

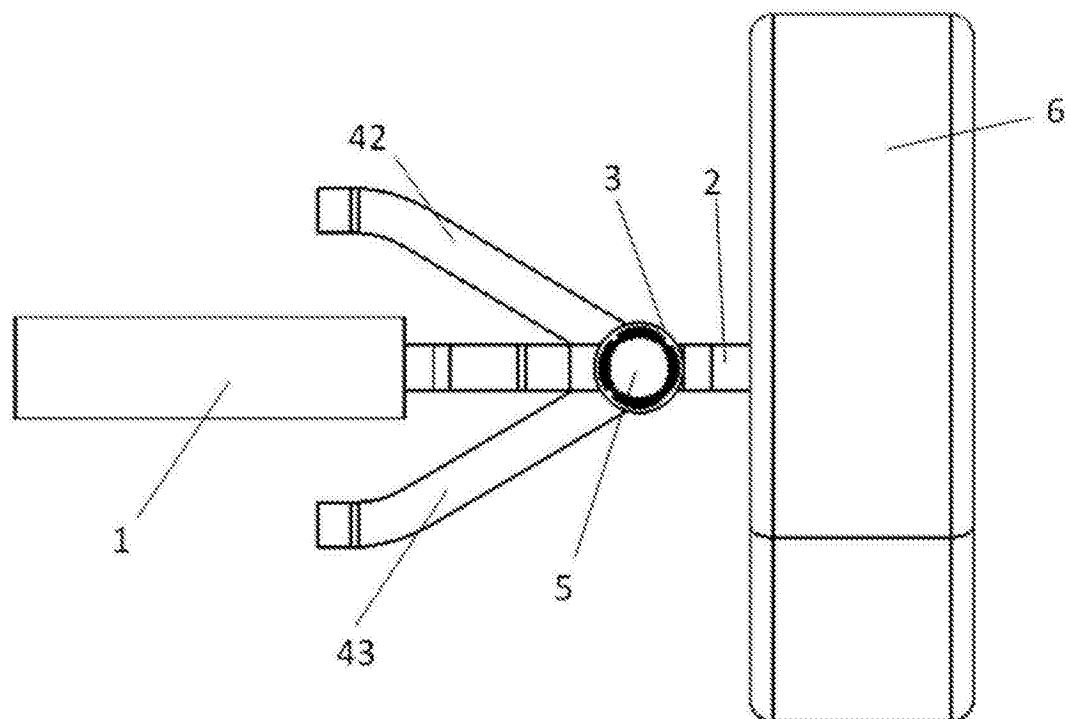


图3

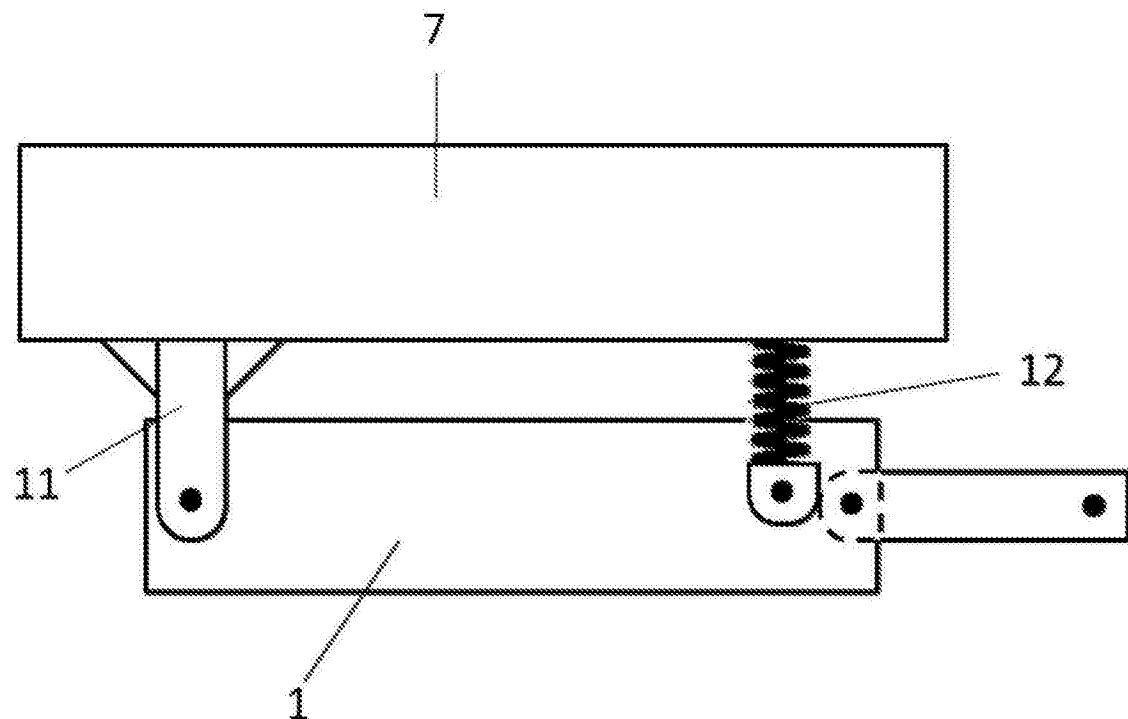


图4