



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106223507 B

(45)授权公告日 2018.10.26

(21)申请号 201610596003.5

(22)申请日 2016.07.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106223507 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(73)专利权人 同济大学
地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 王伟 方成 杨肖 张奥

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 林君如

(51)Int.Cl.

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

E04G 25/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 201925398 U,2011.08.10,说明书第19-20段,图1-3.

JP 3974120 B2,2007.09.12,

CN 105239674 A,2016.01.03,

CN 101315112 A,2008.12.03,

CN 104053845 A,2014.09.17,全文.

CN 104372871 U,2015.02.25,

审查员 陈妍

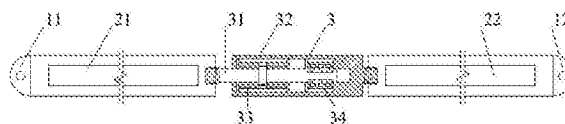
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于自复位耗能的高性能支撑构件

(57)摘要

本发明涉及一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,包括自复位耗能部件(3),以及分别安装在自复位耗能部件(3)两端的主体支撑筒,所述的主体支撑筒上还带有端部接头,所述的自复位耗能部件(3)包括外筒(32)和活塞导杆(31),所述的外筒(32)内还设有粘滞阻尼器腔(33)和形状记忆合金环簧组腔(34),所述的活塞导杆(31)的一端依次穿过粘滞阻尼器腔(33)和形状记忆合金环簧组腔(34),另一端固定连接一个主体支撑筒,所述的外筒(32)还固定连接另一个主体支撑筒。与现有技术相比,本发明集抗侧力、防屈曲、自复位、广频域耗能等重要抗震功能于一体,改善了粘滞阻尼器低频和高温下耗能不足的缺点,保证支撑构件震后无需更换。



1. 一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,包括自复位耗能部件(3),以及分别安装在自复位耗能部件(3)两端的主体支撑筒,所述的主体支撑筒上还带有端部接头,其特征在于,所述的自复位耗能部件(3)包括外筒(32)和活塞导杆(31),所述的外筒(32)内还设有粘滞阻尼器腔(33)和形状记忆合金环簧组腔(34),所述的活塞导杆(31)的一端依次穿过粘滞阻尼器腔(33)和形状记忆合金环簧组腔(34),另一端固定连接一个主体支撑筒,所述的外筒(32)还固定连接另一个主体支撑筒;

当发生振动时,活塞导杆(31)在外筒(32)内往复运动,粘滞阻尼器腔(33)内的阻尼液体(332)对活塞导杆(31)提供阻力,同时,活塞导杆(31)挤压放置在形状记忆合金环簧组腔(34)内的形状记忆合金环簧组(343),实现减振耗能;

所述的粘滞阻尼器腔(33)包括固定在外筒(32)内的粘滞阻尼器筒,粘滞阻尼器筒内装满阻尼液体(332),所述的活塞导杆(31)穿过粘滞阻尼筒,在活塞导杆(31)始终位于粘滞阻尼筒内的部分上还套设有至少一个活塞,在活塞上还分布有供阻尼液体(332)流通的节流孔(335);

所述的粘滞阻尼器筒包括紧贴外筒(32)内壁的粘滞阻尼器筒壁(331),在粘滞阻尼器筒壁(331)的两端的开口处还密封安装有阻尼器盖板,阻尼器盖板还与外筒(32)内壁固定连接,所述的活塞导杆(31)依次穿过两块阻尼器盖板,所述的活塞导杆(31)与阻尼器盖板之间保持密封;

所述的形状记忆合金环簧组腔(34)包括固定在外筒(32)内的环簧组腔筒,在环簧组腔筒内安装有形状记忆合金环簧组(343),所述的活塞导杆(31)穿过环簧组腔筒和形状记忆合金环簧组(343),所述的活塞导杆(31)上还形成用于分别抵住形状记忆合金环簧组(343)两端的限位结构;

活塞导杆(31)在外筒(32)内往复运动时,两端的限位结构交替与环簧组腔筒配合挤压位于中间的形状记忆合金环簧组(343),实现减振耗能。

2. 根据权利要求1所述的一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,其特征在于,所述的活塞的外环面与粘滞阻尼筒的内筒壁面接触密封。

3. 根据权利要求1所述的一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,其特征在于,所述的形状记忆合金环簧组(343)包括多个硬质内环和形状记忆合金外环,硬质内环的外壁面和形状记忆合金外环的内壁面均开有相互匹配的切角面,并通过硬质内环与形状记忆合金外环的切角面之间的相互接触挤压,实现每相邻的两个硬质内环之间扣搭一个形状记忆合金外环。

4. 根据权利要求3所述的一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,其特征在于,形状记忆合金环簧组(343)上位于最外端的两个硬质内环上还分别安装有一块垫片,并满足:活塞导杆(31)往复运动时,通过抵住所述垫片来挤压形状记忆合金环簧组(343)。

5. 根据权利要求3所述的一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,其特征在于,所述的硬质内环为精钢内环。

6. 根据权利要求1所述的一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,其特征在于,所述的活塞导杆(31)在穿过形状记忆合金环簧组(343)处内凹形成截面突变槽,所述的形状记忆合金环簧组(343)的内开口直径与截面突变槽匹配,并使得截面突变槽的两端形成所述用于抵住形状记忆合金环簧组(343)两端的限位结构。

7. 根据权利要求1所述的一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,其特征在于,所述的环簧组腔筒包括环簧组腔筒壁(341)和环簧组腔盖板(342),所述的环簧组腔筒壁(341)紧贴在外筒(32)内壁上,所述的环簧组腔盖板(342)用于封住环簧组腔筒壁(341)的开口,并与外筒(32)内壁固定连接。

一种基于自复位耗能的高性能支撑构件

技术领域

[0001] 本发明涉及结构工程抗震与减震技术领域,尤其是涉及一种能够在震时提供广频域耗能,震后自复位的高性能支撑构件。

背景技术

[0002] 支撑系统是建筑结构抵抗包括地震与风荷载在内的侧向力的重要部件之一。当前的设计目标通常允许支撑在大震下发生弹塑性变形,因此对支撑构件及其连接部位的变形性能和承载力提出了较高要求。传统的柔性支撑虽然可以通过抗拉强度提供侧向刚度,但是在地震中由于不断屈服而逐渐失效,产生空程效应,丧失了耗能能力。同时,柔性支撑在地震作用下的塑性变形会集中于节点部位,包括螺孔处以及张紧的花篮部位,但该部位的材质可能因为不具备足够的延性以及剪力滞效应而易发生断裂,从而导致灾难性的后果。最近兴起的屈曲约束支撑虽然可以提供较大的侧向刚度与耗能能力,但在中震或强震后所引起的塑性变形很难修复,同时采用屈曲约束支撑的结构如果永久变形过大则可能会丧失修复的可行性,从而使整个结构在震后被迫拆除。

[0003] 中国专利ZL 201310602995.4公开了一种环向粘滞阻尼支座。它包括上支承板和下支承板,所述上支承板与下支承板之间设有支座承重体,所述上支承板侧沿向下延伸并向内弯折形成环形腔体,所述支座承重体上部套有环形活塞,环形活塞内部为空腔结构,所述环形活塞上下两端面分别贴合环形腔体的上内壁和下内壁将环形腔体密封,所述环形腔体内部与环形活塞的空腔连通,所述环形腔体内注满粘滞液体。这种粘滞阻尼器在高频运动时具有较好的减振耗能的效果,但是在高温和低频振动下的耗能则明显不足。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于自复位耗能的高性能支撑构件。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种基于自复位耗能的高性能支撑构件,包括自复位耗能部件,以及分别安装在自复位耗能部件两端的主体支撑筒,所述的主体支撑筒上还带有端部接头,所述的自复位耗能部件包括外筒和活塞导杆,所述的外筒内还设有粘滞阻尼器腔和形状记忆合金环簧组腔,所述的活塞导杆的一端依次穿过粘滞阻尼器腔和形状记忆合金环簧组腔,另一端固定连接一个主体支撑筒,所述的外筒还固定连接另一个主体支撑筒;

[0007] 当发生振动时,活塞导杆在外筒内往复运动,粘滞阻尼器腔内的阻尼液体对活塞导杆提供阻力,同时,活塞导杆挤压放置在形状记忆合金环簧组腔内的形状记忆合金环簧组,实现减振耗能。

[0008] 所述的粘滞阻尼器腔包括固定在外筒内的粘滞阻尼器筒,粘滞阻尼器筒内装满阻尼液体,所述的活塞导杆穿过粘滞阻尼筒,在活塞导杆始终位于粘滞阻尼筒内的部分上还套设有至少一个活塞,在活塞上还分布有供阻尼液体流通的节流孔。

[0009] 所述的活塞的外环面与粘滞阻尼筒的内筒壁面接触密封。

[0010] 所述的粘滞阻尼器筒包括紧贴外筒内壁的粘滞阻尼器筒壁,在粘滞阻尼器筒壁的两端的开口处还密封安装有阻尼器盖板,阻尼器盖板还与外筒内壁固定连接,所述的活塞导杆依次穿过两块阻尼器盖板,所述的活塞导杆与阻尼器盖板之间保持密封。

[0011] 所述的形状记忆合金环簧组腔包括固定在外筒内的环簧组腔筒,在环簧组腔筒内安装有形状记忆合金环簧组,所述的活塞导杆穿过环簧组腔筒和形状记忆合金环簧组,所述的活塞导杆上还形成用于分别抵住形状记忆合金环簧组两端的限位结构;

[0012] 活塞导杆在外筒内往复运动时,两端的限位结构交替与环簧组腔筒配合挤压位于中间的形状记忆合金环簧组,实现减振耗能。

[0013] 所述的形状记忆合金环簧组包括多个硬质内环和形状记忆合金外环,硬质内环的外壁面和形状记忆合金外环的内壁面均开有相互匹配的切角面,并通过硬质内环与形状记忆合金外环的切角面之间的相互接触挤压,实现每相邻的两个硬质内环之间扣搭一个形状记忆合金外环。

[0014] 形状记忆合金环簧组上位于最外端的两个硬质内环上还分别安装有一块垫片,并满足:活塞导杆往复运动时,通过抵住所述垫片来挤压形状记忆合金环簧组。

[0015] 所述的硬质内环为精钢内环。

[0016] 所述的活塞导杆在穿过形状记忆合金环簧组处内凹形成截面突变槽,所述的形状记忆合金环簧组的内开口直径与截面突变槽匹配,并使得截面突变槽的两端形成所述用于抵住形状记忆合金环簧组两端的限位结构。

[0017] 所述的环簧组腔筒包括环簧组腔筒壁和环簧组腔盖板,所述的环簧组腔筒壁紧贴在外筒内壁上,所述的环簧组腔盖板用于封住环簧组腔筒壁的开口,并与外筒内壁固定连接。

[0018] 本发明的基于自复位耗能的高性能支撑构件,集抗侧力、防屈曲、自复位、广频域耗能等重要抗震功能于一体。其中,自复位耗能部件利用粘滞阻尼系统与超弹性形状记忆合金环簧组进行联合耗能,利用了形状记忆合金环簧组耗能与加载频率无关的特点,改善了粘滞阻尼器低频下耗能不足的缺点。同时利用了形状记忆合金环簧组的自复位性能,保证支撑构件震后无需更换。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0020] (1) 利用形状记忆合金环簧组提供抗侧刚度与强度,并通过形状记忆合金超弹性特性提供自复位驱动力,且该自复位能力不受粘滞阻尼器影响。

[0021] (2) 通过形状记忆合金材料自身的滞回能力以及形状记忆合金外环和精钢内环的摩擦来提供与加载频率无关的耗能机制,改善了粘滞阻尼系统低频激励下耗能不足的缺陷。

[0022] (3) 提供的形状记忆合金环簧组是一种无断裂破坏风险的系统,并具备过载保护特性,当环簧组完全压缩后由于内外环相互接触制约而无法继续产生变形,避免支撑突然失效引起结构坍塌。

[0023] (4) 可通过对主体支撑筒进行合理的设计从而避免支撑屈曲破坏。

[0024] (5) 本发明提供的粘滞阻尼器中的阻尼液体外面存在两层保护壳,阻尼液体能更加安全有效地发挥作用。

[0025] (6) 本发明可以有效降低粘滞阻尼系统的温度敏感性。液体阻尼材料会随着温度的升高出现黏度下降的现象, 阻尼力也随之降低; 反之, 形状记忆合金材料的应力平台则会随着温度的升高而升高, 这种变化使得形状记忆合金环簧组提供的阻尼力增大, 使得自复位耗能核心部件具有温敏补偿的优点。

附图说明

[0026] 图1为本发明的结构示意图;

[0027] 图2为本发明的自复位耗能部件的结构示意图;

[0028] 图3为本发明的活塞沿A-A线的剖视示意图;

[0029] 图4为本发明的自复位耗能部件的受拉极限变形示意图;

[0030] 图5为本发明的自复位耗能部件的受压极限变形示意图;

[0031] 图6为本发明的形状记忆合金环簧组腔的结构示意图;

[0032] 图7为本发明的高性能支撑构件布置在结构框架中的示意图;

[0033] 图中, 11-左端部接头, 12-右端部接头, 21-左部主体支撑筒, 22-右部主体支撑筒, 3-自复位耗能部件, 31-活塞导杆, 32-外筒, 33-粘滞阻尼器腔, 34-形状记忆合金环簧组腔, 331-粘滞阻尼器筒壁, 332-阻尼液体, 333-粘滞阻尼器左盖板, 334-活塞, 335-节流孔, 336-粘滞阻尼器右盖板, 341-环簧组腔筒壁, 342-环簧组腔盖板, 343-形状记忆合金环簧组, 3431-第一垫片, 3432-第二垫片, 3433-第一形状记忆合金外环, 3434-第二形状记忆合金外环, 3435-第三形状记忆合金外环, 3436-第一精钢内环, 3437-第二精钢内环, 3438-第一外侧半片精钢内环, 3439-第二外侧半片精钢内环, 4-结构框架。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0035] 实施方式

[0036] 实施例1

[0037] 一种基于自复位耗能的高性能支撑构件, 包括自复位耗能部件3, 以及分别安装在自复位耗能部件3两端的主体支撑筒, 主体支撑筒上还带有端部接头, 自复位耗能部件3包括外筒32和活塞导杆31, 外筒32内还设有粘滞阻尼器腔33和形状记忆合金环簧组腔34, 活塞导杆31的一端依次穿过粘滞阻尼器腔33和形状记忆合金环簧组腔34, 另一端固定连接一个主体支撑筒, 外筒32还固定连接另一个主体支撑筒。

[0038] 粘滞阻尼器腔33包括固定在外筒32内的粘滞阻尼器筒, 粘滞阻尼器筒内装满阻尼液体332, 粘滞阻尼器筒包括紧贴外筒32内壁的粘滞阻尼器筒壁331, 在粘滞阻尼器筒壁331的两端的开口处还密封安装有阻尼器盖板, 阻尼器盖板还与外筒32内壁固定连接, 活塞导杆31依次穿过两块阻尼器盖板, 活塞导杆31与阻尼器盖板之间保持密封。在活塞导杆31始终位于粘滞阻尼器筒内的部分上还套设有活塞334, 在活塞334上还分布有供阻尼液体332流通的节流孔335, 活塞的外环面与粘滞阻尼器筒的内筒壁面接触密封。

[0039] 形状记忆合金环簧组腔34包括固定在外筒32内的环簧组腔筒, 环簧组腔筒包括环簧组腔筒壁341和环簧组腔盖板342, 环簧组腔筒壁341紧贴在外筒32内壁上, 环簧组腔盖板342用于封住环簧组腔筒壁341的开口, 并与外筒32内壁固定连接。在环簧组腔筒内安装有

形状记忆合金环簧组343,形状记忆合金环簧组343包括多个硬质内环和形状记忆合金外环,硬质内环的外壁面和形状记忆合金外环的内壁面均开有相互匹配的切角面,并通过硬质内环与形状记忆合金外环的切角面之间的相互接触挤压,实现每相邻的两个硬质内环之间扣搭一个形状记忆合金外环。形状记忆合金环簧组343上位于最外端的两个硬质内环上还分别安装有一块垫片,并满足:活塞导杆31往复运动时,通过抵住垫片来挤压形状记忆合金环簧组343。硬质内环个为精钢内环。活塞导杆31穿过环簧组腔筒和形状记忆合金环簧组343,活塞导杆31在穿过形状记忆合金环簧组343处内凹形成截面突变槽,形状记忆合金环簧组343的内开口直径与截面突变槽匹配,并使得截面突变槽的两端形成用于抵住形状记忆合金环簧组343两端的限位结构。活塞导杆31在外筒32内往复运动时,两端的限位结构交替与环簧组腔筒配合挤压位于中间的形状记忆合金环簧组343,实现减振耗能。当发生振动时,活塞导杆31在外筒32内往复运动,粘滞阻尼器腔33内的阻尼液体332对活塞导杆31提供阻力,同时,活塞导杆31挤压放置在形状记忆合金环簧组腔34内的形状记忆合金环簧组343,实现减振耗能。

[0040] 实施例2

[0041] 如图1所示,一种基于自复位耗能核心部件的高性能支撑构件,包括端部接头(左端部接头11、右端部接头12)、主体支撑筒(左部主体支撑筒21、右部主体支撑筒22)和自复位耗能部件3。自复位耗能部件3的两端分别与两个主体支撑筒通过螺纹接口相连,左部主体支撑筒21的另一端焊有左端部接头11,右部主体支撑筒22的另一端焊有右端部接头12。

[0042] 如图2所示自复位耗能部件3的构造示意图,在地震情况下,活塞导杆31的往复运动引起活塞334的往复运动,活塞334在粘滞阻尼器腔33的阻尼液体332中的往复运动,使活塞334两边阻尼液体332通过节流孔335在缸体间流动,从而产生较大的节流阻力,吸收由于地震引起的能量输入,并转换成热能消散于周围环境中,且该阻尼力的大小与载荷速度有关,低速小阻尼,高速大阻尼。节流孔335在活塞334上的分布如图3所示。

[0043] 与此同时,形状记忆合金环簧组腔34也在活塞导杆31往复运动的带领下进行耦联耗能。图4为自复位耗能部件3的受拉极限变形示意图。当活塞导杆31受拉向左运动时,由于环簧组腔盖板342的阻碍作用,活塞导杆31的运动会引起形状记忆合金环簧组343整体的压缩,第一形状记忆合金外环3433、第二形状记忆合金外环3434、第三形状记忆合金外环3435产生膨胀,形状记忆合金外环因膨胀产生的环应力可以抵抗外荷载。

[0044] 图5为自复位耗能部件3的受压极限变形示意图。当活塞导杆31受压向右运动时,由于外筒32内壁的阻碍作用,活塞导杆31的运动会引起形状记忆合金环簧组343整体的压缩,第一形状记忆合金外环3433、第二形状记忆合金外环3434、第三形状记忆合金外环3435产生膨胀,形状记忆合金外环因膨胀产生的环应力可以抵抗外荷载。

[0045] 通过本实施例的设计,无论自复位耗能部件3处于受拉还是受压状态,形状记忆合金环簧组343都处于受压状态。当活塞导杆31的运动使形状记忆合金环簧组343压紧时,自复位耗能部件3的变形达到极限状态,继续增加的外荷载将使精钢内环(第一精钢内环3436、第二精钢内环3437、第一外侧半片精钢内环3438、第二外侧半片精钢内环3439)间达到接触挤压状态,起到变形锁定作用。

[0046] 图6进一步阐释了形状记忆合金环簧组腔34的详细构造。在形状记忆合金环簧组343吸收自复位耗能部件3的变形而受压的过程中,第一形状记忆合金外环3433、第二形状

记忆合金外环3434、第三形状记忆合金外环3435由于内外环之间的切角作用而膨胀,同时第一精钢内环3436、第二精钢内环3437、第一外侧半片精钢内环3438、第二外侧半片精钢内环3439可产生轻微的内缩,这种作用为整个自复位耗能部件3提供了轴向抵抗力。在地震结束后,第一形状记忆合金外环3433、第二形状记忆合金外环3434、第三形状记忆合金外环3435由于膨胀所产生的变形因为其超弹性特性将自动恢复,从而使整个自复位耗能部件3回复到原来状态。第一形状记忆合金外环3433、第二形状记忆合金外环3434、第三形状记忆合金外环3435在地震作用下所产生的反复膨胀和回复的过程通过材料自身的滞回特性消耗地震能量,同时由于第一形状记忆合金外环3433、第二形状记忆合金外环3434、第三形状记忆合金外环3435和第一精钢内环3436、第二精钢内环3437或第一外侧半片精钢内环3438、第二外侧半片精钢内环3439接触面的相互摩擦可进一步消耗地震能量。

[0047] 如图7为高性能支撑构件布置在结构框架中的示例图。当动力往复侧向荷载作用于框架时,该高性能支撑构件会发生轴向拉压变形,并由粘滞阻尼器腔33产生的阻尼力与形状记忆合金环簧组腔34产生的外环膨胀抗力联合抵抗外荷载,并且联合耗能。地震荷载消失后,利用形状记忆合金外环的超弹性性能,能促使框架回复至初始状态,降低结构永久变形与损伤。

[0048] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

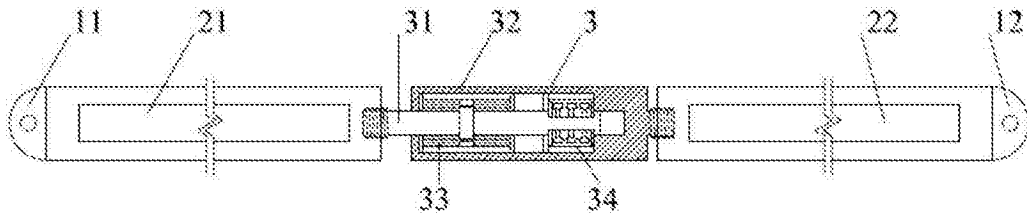


图1

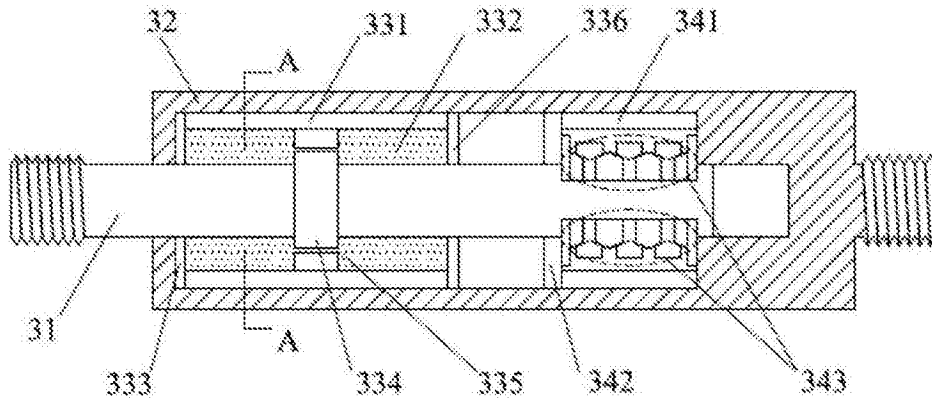


图2

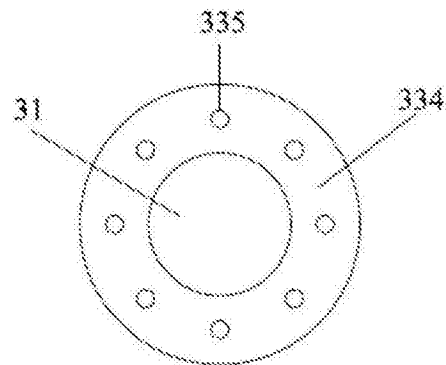


图3

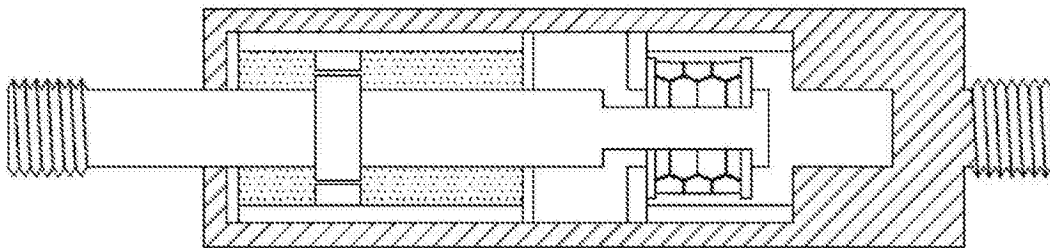


图4

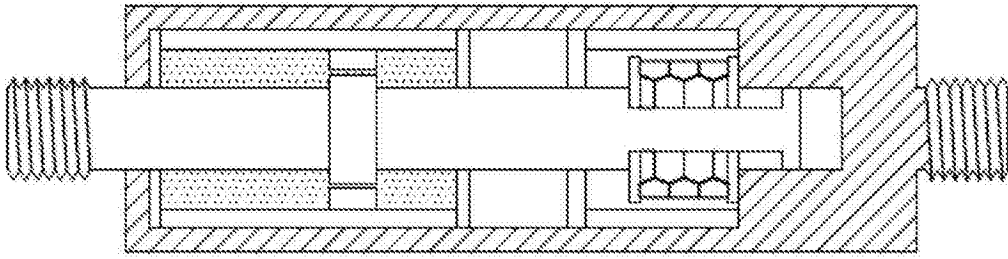


图5

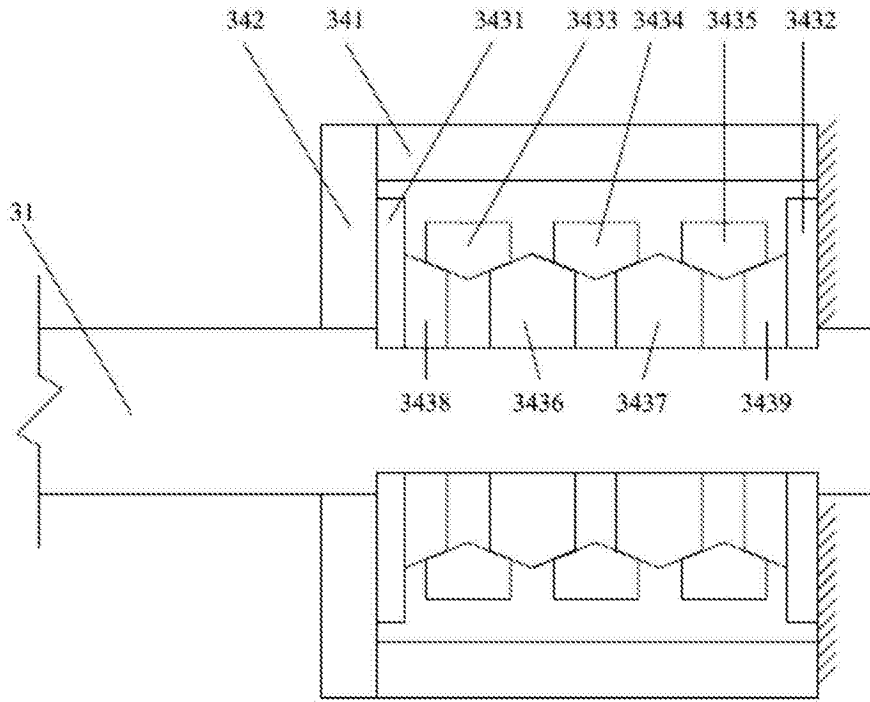


图6

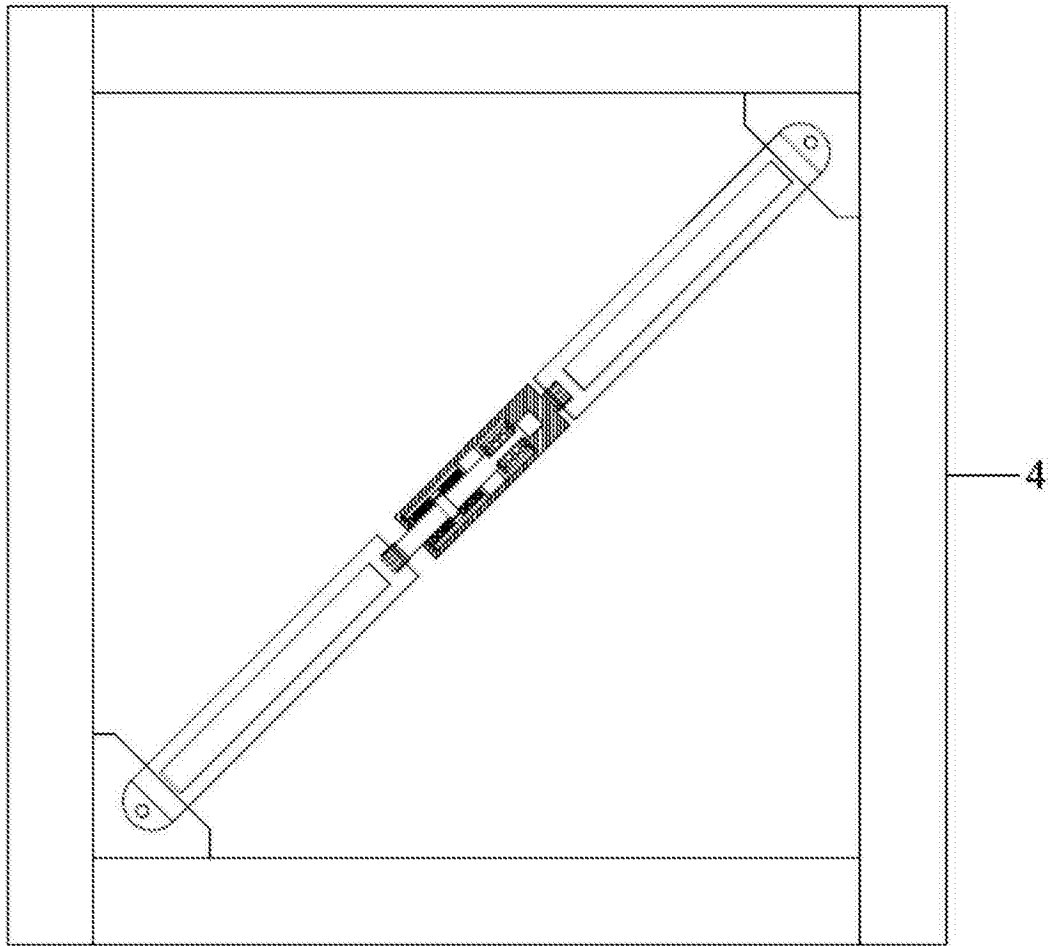


图7