



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107675800 A

(43)申请公布日 2018.02.09

(21)申请号 201710665230.3

(22)申请日 2017.08.07

(71)申请人 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 冯伟康

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松

(51)Int.Cl.

E04B 1/24(2006.01)

E04B 1/58(2006.01)

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

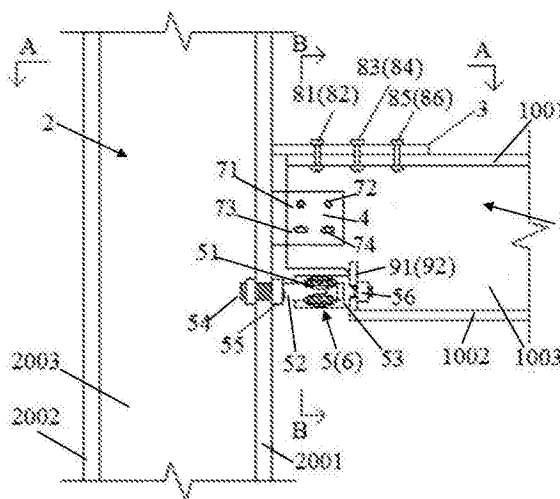
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

自复位形变协调楼板节点结构

(57)摘要

本发明提供了一种自复位形变协调楼板节点结构,包括钢梁、钢柱、连接单元以及自复位单元,所述钢梁通过所述连接单元间隔固接于所述钢柱的侧部进而形成楼板节点,所述自复位单元的两端分别紧固于所述钢梁与所述钢柱之间并通过自身的滞回特性进而对所述楼板节点形成轴向恢复抵抗力。本发明利用具有过载保护特性的形状记忆合金环簧机构为节点提供自复驱动力和耗能能力,并进一步通过合理的构造设计来保证节点与结构体系之间的变形协调。



1. 一种自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:包括钢梁、钢柱、连接单元以及自复位单元,所述钢梁通过所述连接单元间隔固接于所述钢柱的侧部进而形成楼板节点,所述自复位单元的两端分别紧固于所述钢梁与所述钢柱之间并通过自身的滞回特性进而对所述楼板节点形成轴向恢复抵抗力。

2. 根据权利要求1所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述连接单元包括分别固接于所述钢柱侧部的上盖板以及抗剪板,所述钢梁的上翼缘通过螺栓与所述上盖板固定连接,所述钢梁的腹板通过螺栓与所述抗剪板固定连接。

3. 根据权利要求2所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述抗剪板上开设有沿所述钢梁长度方向延伸的长圆孔以供螺栓连接于所述钢梁。

4. 根据权利要求1所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:位于所述楼板节点处的所述钢梁的端部开设有凹槽切口进而在所述钢柱与所述钢梁之间形成抗震滞回空间,所述自复位单元设于所述抗震滞回空间内且包括活塞导杆以及套筒,所述活塞导杆的一端通过螺栓固定连接于所述钢柱的侧部,所述套筒的一端套设于所述活塞导杆的另一端,所述套筒的另一端通过螺栓固定连接于所述钢梁,所述套筒与所述活塞导杆之间套设有形状记忆合金系统。

5. 根据权利要求4所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述钢梁的腹板两面与下翼缘板之间分别设有加劲肋板,所述加劲肋板位于所述抗震滞回空间的末端,所述套筒包括筒口以及筒底,所述筒底向外延伸出一连接凸段,所述连接凸段穿设于所述加劲肋板上并通过螺栓紧固。

6. 根据权利要求5所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述活塞导杆包括分别位于两端的螺纹段以及活塞段,所述螺纹段固定穿设于所述钢柱的翼缘板上,所述活塞段由所述筒口穿入所述套筒的内部,所述活塞段包括环绕自身活塞轴一周的活塞凹槽,环绕所述套筒的内壁对应所述活塞凹槽的位置设有筒壁凹槽,进而通过所述活塞凹槽与所述筒壁凹槽适配形成形状复位空间以供紧密填充所述形状记忆合金系统。

7. 根据权利要求6所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述形状记忆合金系统包括内外交齿层叠的形状记忆合金外环以及精钢内环,所述精钢内环紧密填充于所述活塞凹槽内,所述形状记忆合金外环卡设于所述精钢内环的外切面之间。

8. 根据权利要求7所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述精钢内环包括并排且相互扣搭的若干半片内环以及整片内环,位于最外侧的两个所述半片内环紧贴于所述活塞凹槽的一端,所述半片内环的外表面呈齿形状进而具有外切面,所述形状记忆合金外环具有多个且相互并排,每个所述形状记忆合金外环适配卡设于相邻两个所述半片内环的外切面之间,当受压时,所述形状记忆合金外环沿所述外切面向外膨胀。

9. 根据权利要求8所述的自复位形变协调楼板节点结构,其特征在于:所述形状记忆合金系统为形状记忆合金环簧。

自复位形变协调楼板节点结构

技术领域

[0001] 本发明属于建筑工程技术领域,涉及一种自复位形变协调楼板节点结构。

背景技术

[0002] 众所周知,普通钢结构梁柱节点虽然强度和延性都较好,但在强震后会因永久变形过大而使整个结构丧失修缮价值。为了降低梁柱节点的震后损伤与变形,现有技术是利用超弹性形状记忆合金来促进节点的自复位。

[0003] 另一方面,该自复位技术尚依赖于节点处梁端转角的张合,这种变形模式所带来的梁膨胀效应将造成整个结构体系的侧向变形极度不协调,给结构带来较大受力负担,并增加结构失稳的风险。同时,梁膨胀效应会对楼面系统产生显著的破坏,而楼面的整体性对于侧向荷载的均匀传递、震后火灾隔断以及抵抗灾后连续性倒塌均有着重要意义。更重要的是,该类自复位节点主要采用形状记忆合金螺杆,但螺杆很可能在节点大变形情况下发生螺纹处的断裂,从而产生更加严重的后果。

发明内容

[0004] 为克服现有技术所存在的缺陷,现提供一种自复位形变协调楼板节点结构,利用具有过载保护特性的形状记忆合金环簧机构为节点提供自复驱动力和耗能能力,并进一步通过合理的构造设计来保证节点与结构体系之间的变形协调。

[0005] 为实现上述目的,本发明的解决方案是:

[0006] 提供一种自复位形变协调楼板节点结构,包括钢梁、钢柱、连接单元以及自复位单元,所述钢梁通过所述连接单元间隔固接于所述钢柱的侧部进而形成楼板节点,所述自复位单元的两端分别紧固于所述钢梁与所述钢柱之间并通过自身的滞回特性进而对所述楼板节点形成轴向恢复抵抗力。

[0007] 优选地,所述连接单元包括分别固接于所述钢柱侧部的上盖板以及抗剪板,所述钢梁的上翼缘通过螺栓与所述上盖板固定连接,所述钢梁的腹板通过螺栓与所述抗剪板固定连接。

[0008] 优选地,所述抗剪板上开设有沿所述钢梁长度方向延伸的长圆孔以供螺栓连接于钢梁。

[0009] 优选地,位于所述楼板节点处的所述钢梁的端部开设有凹槽切口进而在所述钢柱与所述钢梁之间形成抗震滞回空间,所述自复位单元设于所述抗震滞回空间内且包括活塞导杆以及套筒,所述活塞导杆的一端通过螺栓固定连接于所述钢柱的侧部,所述套筒的一端套设于所述活塞导杆的另一端,所述套筒的另一端通过螺栓固定连接于所述钢梁,所述套筒与所述活塞导杆之间套设有形状记忆合金系统。

[0010] 优选地,所述钢梁的腹板两面与下翼缘板之间分别设有加劲肋板,所述加劲肋板位于所述抗震滞回空间的末端,所述套筒包括筒口以及筒底,所述筒底向外延伸出一连接凸段,所述连接凸段穿设于所述加劲肋板上并通过螺栓紧固。

[0011] 优选地,所述活塞导杆包括分别位于两端的螺纹段以及活塞段,所述螺纹段固定穿设于所述钢柱的翼缘板上,所述活塞段由所述筒口穿入所述套筒的内部,所述活塞段包括环绕自身活塞轴一周的活塞凹槽,环绕所述套筒的内壁对应所述活塞凹槽的位置设有筒壁凹槽,进而通过所述活塞凹槽与所述筒壁凹槽适配形成形状复位空间以供紧密填充所述形状记忆合金系统。

[0012] 优选地,所述形状记忆合金系统包括内外交齿层叠的形状记忆合金外环以及精钢内环,所述精钢内环紧密填充于所述活塞凹槽内,所述形状记忆合金外环卡设于所述精钢内环的外切面之间。

[0013] 优选地,所述精钢内环包括并排且相互扣搭的若干半片内环以及整片内环,位于最外侧的两个所述半片内环紧贴于所述活塞凹槽的一端,所述半片内环的外表面呈齿形状进而具有外切面,所述形状记忆合金外环具有多个且相互并排,每个所述形状记忆合金外环适配卡设于相邻两个所述半片内环的外切面之间,当受压时,所述形状记忆合金外环沿所述外切面向外膨胀。

[0014] 优选地,所述形状记忆合金系统为形状记忆合金环簧。

[0015] 本发明自复位形变协调楼板节点结构的有益效果包括:

[0016] 1本发明将变形集中于特殊节点域,使梁柱保持在弹性状态,可最大程度地减少灾后修复工作;

[0017] 2本发明将梁柱节点的转动中心始终保持在钢梁上翼缘平面上,最大程度地降低对上部楼板的破坏;通过钢梁下翼缘的往复移动来避免由于梁膨胀效应造成的整体结构变形不协调问题;

[0018] 3本发明在抗剪板中采用部分长圆孔,可保证腹板螺栓在有效抗剪的同时具有一定的转动自由度,从而达到节点抗剪功能区与抗弯功能区的分离,使节点的受力机制更加清晰合理;

[0019] 4本发明中自复位驱动力以及耗能需求通过形状记忆合金环簧系统来满足,该系统构造精简、安装方便,且不会对钢梁以下部分产生空间干预;

[0020] 5本发明中形状记忆合金环簧系统具备过载保护特性,是一种无断裂破坏风险的系统,当节点转动至一定程度时,环簧组由于内外环相互接触制约而自锁,之后进一步的节点变形需求可通过钢梁的塑性变形实现;

[0021] 6本发明中活塞导杆通过截面突变设计来保证形状记忆合金环簧系统保持受压,且与节点转动方向无关,因此节约形状记忆合金系统用量。

附图说明

[0022] 图1为本发明自复位形变协调楼板节点结构的侧面示意图;

[0023] 图2为对应于图1中A-A截面结构示意图;

[0024] 图3为对应于图1中B-B截面结构示意图;

[0025] 图4为主自复位单元自身与梁柱连接结构示意图;

[0026] 图5为本发明主自复位单元的受拉极限变形第一状态示意图;

[0027] 图6为本发明主自复位单元的受压极限变形第二状态示意图。

[0028] 图中标号:

[0029] 工字切口钢梁1;工字切口钢梁上翼缘1001;工字切口钢梁下翼缘1002;工字切口钢梁腹板1003;工字钢柱2;工字钢柱前翼缘2001;工字钢柱后翼缘2002;工字钢柱腹板2003;盖板3;抗剪板4;第一自复位核心装置5;第二自复位核心装置6;形状记忆合金环簧系统51;活塞导杆52;筒壁53;第一螺母54;第二螺母55;第三螺母56;第一外侧半片精钢内环511;第一精钢内环512;第二精钢内环513;第二外侧半片精钢内环514;第一形状记忆合金外环515;第二形状记忆合金外环516;第三形状记忆合金外环517;第一腹板螺栓71;第二腹板螺栓72;第三腹板螺栓73;第四腹板螺栓74;第一盖板螺栓81;第二盖板螺栓82;第三盖板螺栓83;第四盖板螺栓84;第五盖板螺栓85;第六盖板螺栓86;第一加劲肋91;第二加劲肋92。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图所示实施例对本发明进一步加以说明。

[0031] 如图1所示,本发明首先提供了一种自复位形变协调楼板节点结构,包括工字切口钢梁1、工字钢柱2以及用来连接工字钢梁柱的特殊节点域。特殊节点域包括上盖板3、抗剪板4、盖板螺栓81\82\83\84\85\86、腹板螺栓71\72\73\74、第一自复位核心装置5以及第二自复位核心装置6。安装实施过程中,先将抗剪板4与工字钢柱前翼缘2001焊接,再将其与工字切口钢梁腹板1003通过腹板螺栓71\72\73\74相连。

[0032] 随后,如图2节点沿A-A线的剖视图所示,将上盖板3的一端同工字钢柱前翼缘2001焊接,并将其与工字切口钢梁上翼缘1001通过盖板螺栓81\82\83\84\85\86相连。

[0033] 然后,如图3节点沿B-B线的剖视图所示,将第一自复位核心装置5以及第二自复位核心装置6分别置于工字切口钢梁腹板1003下方两侧,并将其活塞导杆52的一端通过第一螺母54、第二螺母55与工字钢柱前翼缘2001相连,筒壁53的一端通过第三螺母56与第一加劲肋91或第二加劲肋92相连。

[0034] 在竖向剪切荷载作用下,梁中产生的剪力主要由抗剪板4来承担。

[0035] 如图4所示,进一步阐释了自复位核心装置5\6的内部构造。具体地,在形状记忆合金环簧系统51吸收自复位核心装置5\6的变形而受压的过程中,第一形状记忆合金外环515、第二形状记忆合金外环516、第三形状记忆合金外环517由于内外环之间的切角作用而膨胀,同时第一精钢内环512、第二精钢内环513、第一外侧半片精钢内环511、第二外侧半片精钢内环514可产生轻微的内缩,这种作用为整个自复位核心装置5\6提供了轴向抵抗力。在地震结束后,第一形状记忆合金外环515、第二形状记忆合金外环516、第三形状记忆合金外环517由于膨胀所产生的变形因为其超弹性特性将自动恢复,从而使整个自复位核心装置5\6回复到原来状态。第一形状记忆合金外环515、第二形状记忆合金外环516、第三形状记忆合金外环517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515、第二形状记忆合金外环516、第三形状记忆合金外环517和第一精钢内环512、第二精钢内环513、第一外侧半片精钢内环511以及第二外侧半片精钢内环514接触面的相互摩擦可进一步消耗地震能量。优选地,位于中间部位置的第一精钢内环512与第二精钢内环513分别为一个整环,而最外侧的第一外侧半片精钢内环511和第二外侧半片精钢内环514则为沿环横截面切半的半环。

[0036] 在具有上述结构特征后,结合图1至图4,本发明可按以下过程实施:

[0037] 在地震等往复荷载作用下,工字切口钢梁1绕盖板3与柱前翼缘2001之间的焊接点与工字钢柱2之间发生相互转动。这样梁柱节点的转动中心始终保持在钢梁上翼缘平面上,可最大程度地降低对上部楼板的破坏。同时,由于抗剪板4采用部分长圆孔,可保证下方的腹板螺栓73\74在梁柱节点发生转动时有一定的转动自由度,从而避免由于梁膨胀效应造成的整体结构变形不协调问题。此时,形状记忆合金环簧系统51则在活塞导杆52的往复运动带领下提供自复位驱动力并进行耗能。

[0038] 图5为自复位核心装置5\6的受拉极限变形的第一状态示意图。其中,筒壁上开设有筒壁凹槽59,导杆52上开设有导杆凹槽58。当节点受正弯矩作用时,工字切口钢梁1绕转动中心逆时针转动,下方两个腹板螺栓73\74运动至长圆孔右端,筒壁53受拉向右运动,由于活塞导杆52的阻碍作用,筒壁53的运动会引起形状记忆合金环簧系统51整体的压缩,第一形状记忆合金外环515、第二形状记忆合金外环516、第三形状记忆合金外环517产生膨胀,形状记忆合金外环515\516\517因膨胀产生的环应力可以抵抗外荷载。

[0039] 图6为自复位核心装置5\6的受压极限变形的第二状态示意图。当节点受负弯矩作用时,工字切口钢梁1绕转动中心顺时针转动,下方两个腹板螺栓73\74运动至长圆孔左端,筒壁53受压向左运动,由于活塞导杆52的阻碍作用,筒壁53的运动会引起形状记忆合金环簧系统51整体的压缩,第一形状记忆合金外环515、第二形状记忆合金外环516、第三形状记忆合金外环517产生膨胀,形状记忆合金外环515\516\517因膨胀产生的环应力可以抵抗外荷载。

[0040] 通过本发明的设计,无论自复位核心装置5、6处于受拉还是受压状态,形状记忆合金环簧系统51都处于受压状态。当活塞导杆52的运动使形状记忆合金环簧系统51压紧时,自复位核心装置5的变形达到极限状态,继续增加的外荷载将使精钢内环511\512\513\514间达到接触挤压状态,起到变形锁定作用。

[0041] 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应用本发明。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。

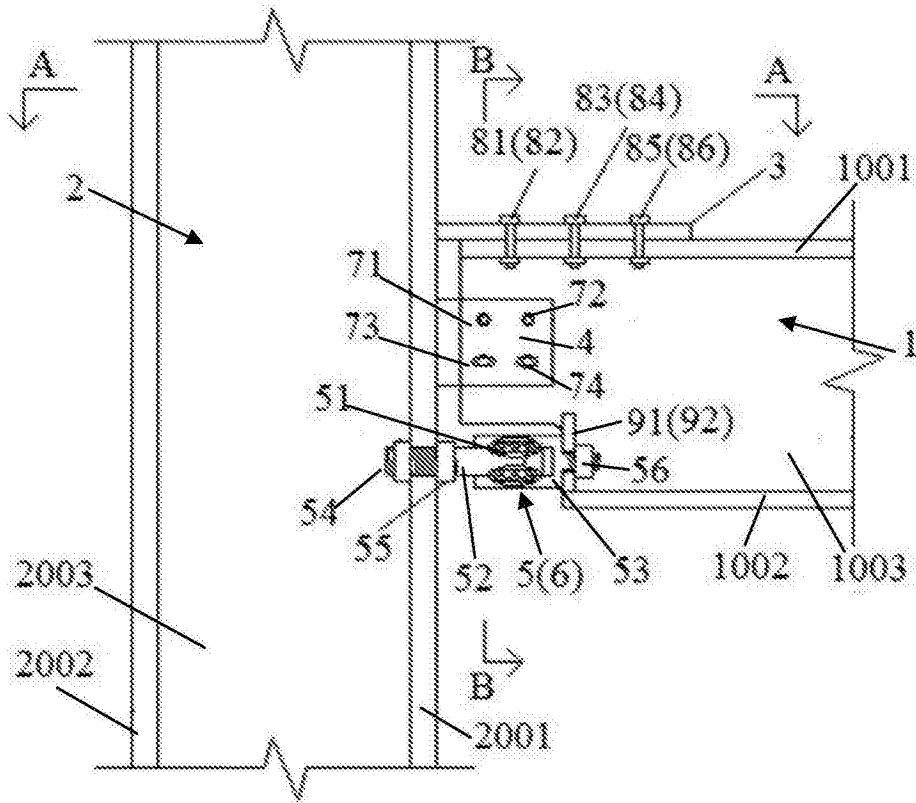


图1

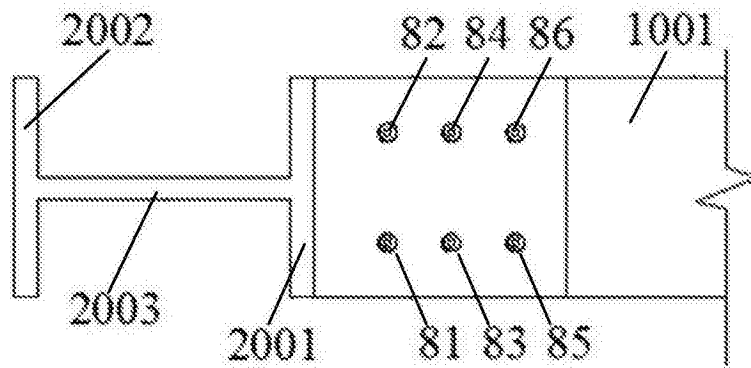


图2

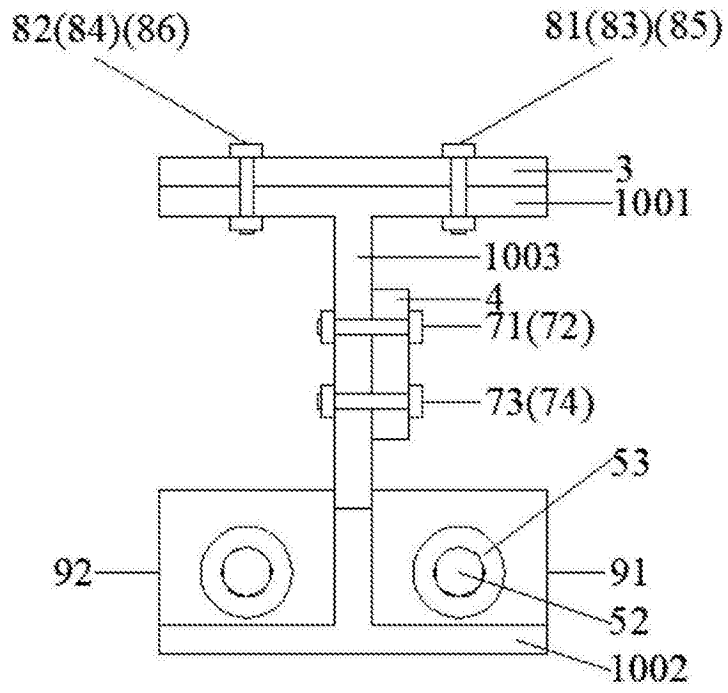


图3

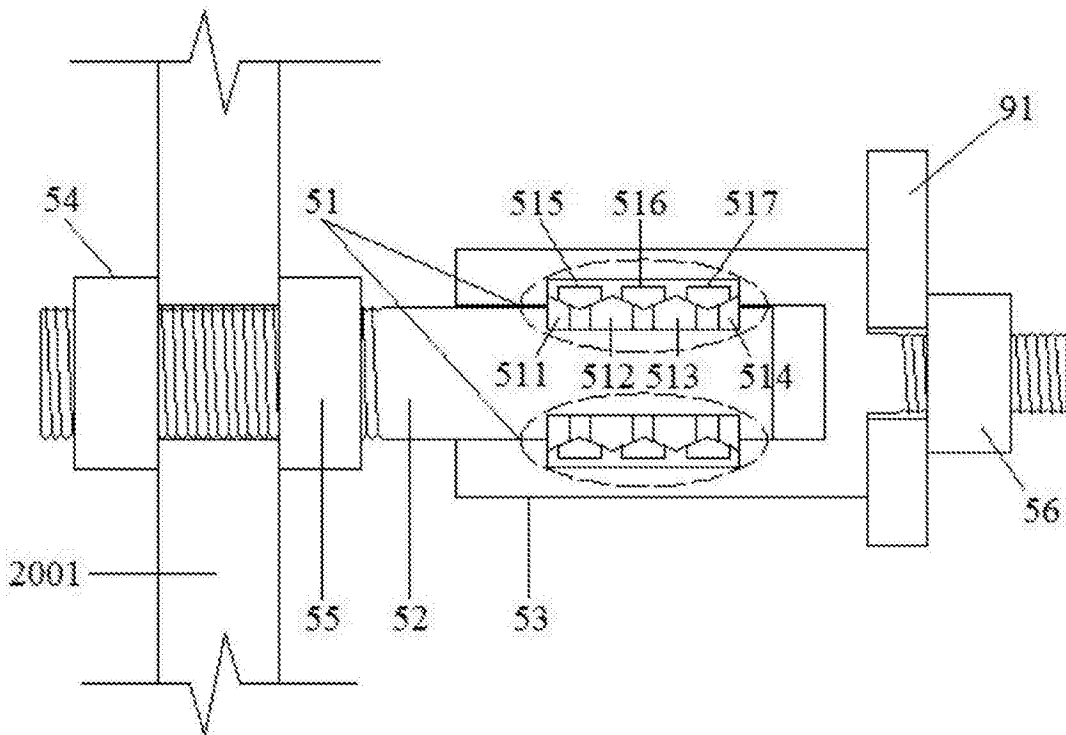


图4

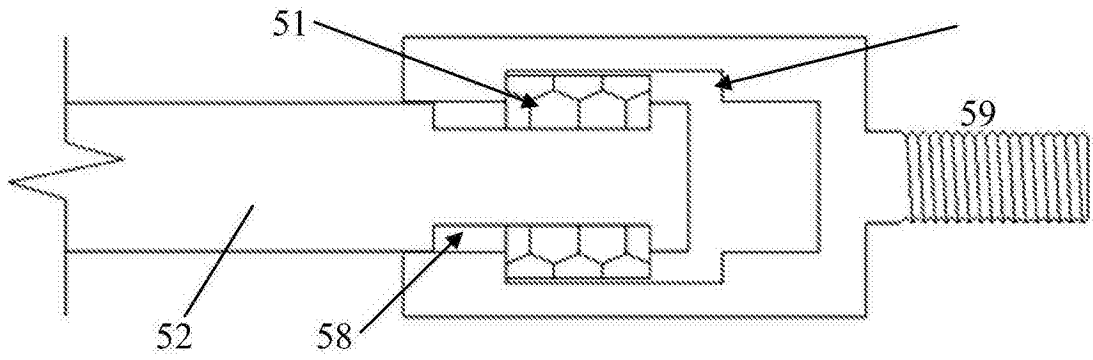


图5

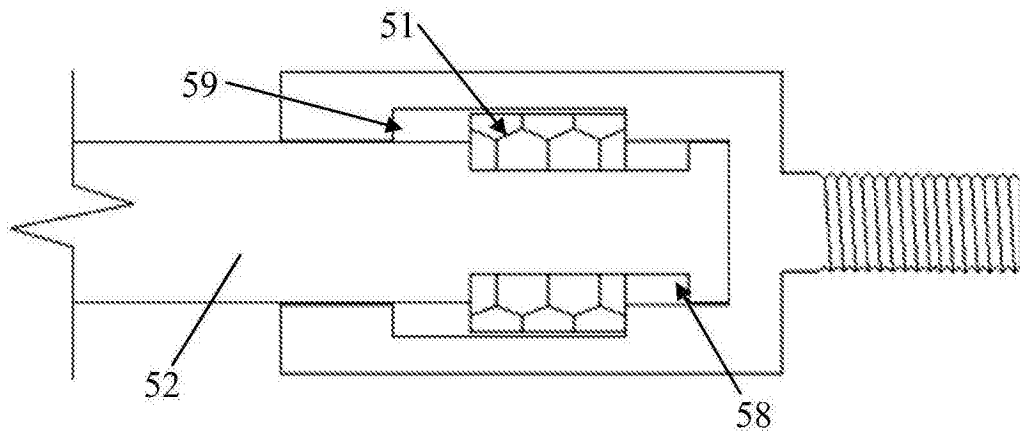


图6