



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111188424 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202010002997.X

E04H 9/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.01.02

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111188424 A

CN 104595403 A, 2015.05.06

CN 108501781 A, 2018.09.07

CN 108757799 A, 2018.11.06

(43) 申请公布日 2020.05.22

CN 109435800 A, 2019.03.08

(73) 专利权人 湖南大学

CN 110139996 A, 2019.08.16

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区湖南大学

CN 110588695 A, 2019.12.20

CN 205780496 U, 2016.12.07

(72) 发明人 周加喜 昌耀鹏 赵旭辉 曹浩
吴晓文

CN 205824020 U, 2016.12.21

CN 211774735 U, 2020.10.27

(74) 专利代理机构 广东超越知识产权代理有限公司 44975

JP 2013189830 A, 2013.09.26

审查员 贺焕

专利代理师 陈惠珠

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006.01)

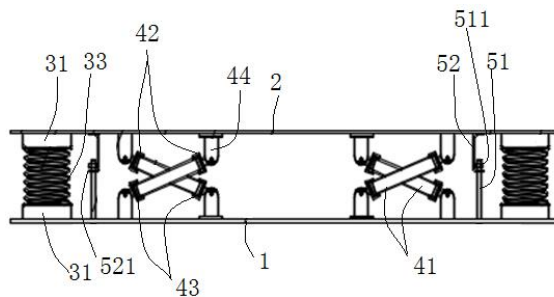
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

屈曲梁准零刚度隔振器

(57) 摘要

本发明涉及一种屈曲梁准零刚度隔振器,属于振动控制领域,其包括底板和与所述底板平行设置的顶板,所述底板与所述顶板之间设置有连接所述底板和顶板的正刚度机构和负刚度机构,所述负刚度机构包括两交叉设置的弹性臂,所述弹性臂包括第一底座和第二底座,所述第一底座和第二底座之间设置有两相对设置的屈曲梁,所述两屈曲梁的中部朝外弯曲设置,所述屈曲梁的两端分别连接于所述第一底座和第二底座,所述第一底座和第二底座通过转轴分别枢接于所述顶板的下表面和底板的上表面。本发明在振动幅值很小的情况表现出良好的隔振性能,能适用于隔离微幅低频振动。



1. 一种屈曲梁准零刚度隔振器,包括底板和与所述底板平行设置的顶板,所述底板与所述顶板之间设置有连接所述底板和顶板的正刚度机构和负刚度机构,其特征在于,所述负刚度机构包括两交叉设置的弹性臂,所述弹性臂包括第一底座和第二底座,所述第一底座和第二底座之间设置有两相对设置的屈曲梁,两所述屈曲梁的中部朝外弯曲设置,所述屈曲梁的两端分别连接于所述第一底座和第二底座,所述第一底座和第二底座通过转轴分别枢接于所述顶板的下表面和底板的的上表面。

2. 根据权利要求1所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,正刚度机构包括固定设置于所述底板的的上表面的第一安装座和固定设置于所述顶板的的下表面的第二安装座,所述第一安装座和第二安装座之间设置有圆柱弹簧,所述圆柱弹簧的上端和下端分别与所述第二安装座和第一安装座固定连接。

3. 根据权利要求1所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述底板和所述顶板上开设有用于安装第一安装座和第二安装座的第一安装孔,所述第一安装孔贯穿所述底板或顶板设置,所述第一底座和第二底座对应所述第一安装孔设置有第一螺纹孔,所述第一安装座和第二安装座通过螺栓连接结构安装于所述第一安装孔。

4. 根据权利要求1所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述屈曲梁的两端设置有螺杆,所述屈曲梁的两端通过所述螺杆与所述第一底座和第二底座固定连接。

5. 根据权利要求1所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述底板的的上表面和顶板的的下表面分别对应所述第一底座和第二底座设置有支架,所述转轴固定设置于所述支架,所述第一底座和第二底座对应所述转轴设置有安装环,所述安装环套设于所述转轴,且所述安装环的内侧固定设置有橡胶圈,所述橡胶圈的内侧与所述转轴的表面相抵。

6. 根据权利要求5所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述底板和所述顶板上开设有用于安装支架的第二安装孔,所述第二安装孔贯穿所述底板或顶板设置,所述支架对应所述第二安装孔设置有第二螺纹孔,所述支架通过螺栓连接结构安装于所述第二安装孔。

7. 根据权利要求6所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述第二安装孔包括圆孔和长条孔,所述圆孔的中心位于所述长条孔的长度方向的中心线上。

8. 根据权利要求1所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述底板与所述顶板之间还设置有用于限制所述顶板相对于底板的移动行程的限位机构。

9. 根据权利要求8所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述限位机构包括固定设置于所述底板上的限位杆和固定设置于所述顶板上的限位支架,所述限位支架的底端设置有套环,所述限位杆的上端穿过所述套环设置,且所述限位的顶部设置有阻挡部,所述阻挡部的宽度大于所述套环的内径。

10. 根据权利要求9所述的屈曲梁准零刚度隔振器,其特征在于,所述阻挡部位置可调地设置于所述限位杆。

屈曲梁准零刚度隔振器

技术领域

[0001] 本发明涉及振动控制领域,特别涉及一种屈曲梁准零刚度隔振器。

背景技术

[0002] 随着现代科学技术的不断发展,隔振技术在工业生产和工程项目中的地位越来越重。长期以来,低频或超低频率的振动控制一直是一个难题。现有的准零刚度隔振器采用弹簧来做为负刚度机构,其会占用很大的安装空间,不利于准零刚度隔振器小型化,而屈曲梁的出现提供了一种新型的负刚度结构的可能,推动了准零刚度低频振动控制技术研究的进一步发展。

[0003] 目前现有的准零刚度隔振器只有在较大振动幅值的状态下,才能表现出良好的隔振性能。当外界振动幅值很小时,则达不到理想的隔振效果。屈曲梁准零刚度隔振器能够在振动幅值很小的情况表现出良好的隔振性能,是一种适应于隔离微幅低频振动的隔振器。不仅可以保证有一定的承载能力,还具有较小的动刚度,能很好的实现微幅低频振动的隔离,且实现方法简便。

发明内容

[0004] 基于此,有必要提供一种屈曲梁准零刚度隔振器,包括底板和与所述底板平行设置的顶板,所述底板与所述顶板之间设置有连接所述底板和顶板的正刚度机构和负刚度机构,所述负刚度机构包括两交叉设置的弹性臂,所述弹性臂包括第一底座和第二底座,所述第一底座和第二底座之间设置有两相对设置的屈曲梁,两所述屈曲梁的中部朝外弯曲设置,所述屈曲梁的两端分别连接于所述第一底座和第二底座,所述第一底座和第二底座通过转轴分别枢接于所述顶板的下表面和底板的的上表面。

[0005] 本发明中,底板用于将隔振器固定在地基等承载结构上,顶板用于承载被隔振物,底板和顶板以及位于底板和顶板中间的正刚度机构和负刚度机构形成一个准零刚度系统,准零刚度系统在静平衡位置处的动刚度为零,可以使得隔振器在保证承载力的前提下其刚度接近为零,从而表现出优良的低频隔振性能。

[0006] 其中,正刚度机构的数量为一个或多个,其用于支撑顶板并使得顶板平稳;负刚度机构的数量为一个或多个,其具体数量根据正刚度机构的数量以及规格而定,以保证本发明能在放置被隔振物后能成为准零刚度系统。

[0007] 本发明中,弹性臂的两端通过转轴分别枢接于顶板的下表面和底板的的上表面,则在顶板因承载有被隔振物而下移时,弹性臂会趋向于平行于底板,此时弹性臂会被压缩,屈曲梁朝外继续弯曲,屈曲梁会产生一个向内的反作用力,即弹性臂变形产生负刚度,此时负刚度机构与正刚度机构形成一个准零刚度系统,且本发明中的被隔振物主要由正刚度机构提供支撑,而负刚度机构中的屈曲梁对于刚度的敏感度高,因此本发明中负刚度机构能使得隔振器在振动幅值很小的情况表现出良好的隔振性能,能适用于隔离微幅低频振动;同时,相较于现有隔振器中的作为负刚度结构的弹簧,本发明中的负刚度机构占用的安装空

间更小,因而能实现隔振器的小型化。

[0008] 另外,本发明中的负刚度机构中的两个弹性臂相互交叉设置,其可以避免隔振器的扭转转矩的产生,同时还能使得隔振器在受到水平方向的外力时不易产生形变。

[0009] 进一步的,正刚度机构包括固定设置于所述底板的的上表面的第一安装座和固定设置于所述顶板的的下表面的第二安装座,所述第一安装座和第二安装座之间设置有圆柱弹簧,所述圆柱弹簧的上端和下端分别与所述第二安装座和第一安装座固定连接。

[0010] 第一安装座和第二安装座可以通过螺栓连接结构、焊接连接结构等固定连接结构分别设置在底板和顶板上,圆柱弹簧的两端可以通过螺栓连接结构或者焊接连接结构等固定连接结构连接在第一安装座和第二安装座上。

[0011] 进一步的,所述底板和所述顶板上开设有用于安装第一安装座和第二安装座的第一安装孔,所述第一安装孔贯穿所述底板或顶板设置,所述第一底座和第二底座对应所述第一安装孔设置有第一螺纹孔,所述第一安装座和第二安装座通过螺栓连接结构安装于所述第一安装孔。

[0012] 第一安装孔可以为螺纹孔,第一安装座和第二安装座通过同时安装于第一螺纹孔和第一安装孔的螺栓分别固定在底板和顶板上;或者第一安装孔为通孔,第一安装座和第二安装座通过螺栓螺帽连接结构分别安装在底板和顶板上,其中,第一安装孔的上端或下端开设有用以容纳螺帽的扩宽孔,以保持底板的下表面和顶板的上表面的平齐;另外,第一安装座和第二安装座还可以通过焊接连接结构分别固定在底板和顶板上。

[0013] 进一步的,所述屈曲梁的两端设置有螺杆,所述屈曲梁的两端通过所述螺杆与所述第一底座和第二底座固定连接。

[0014] 其中,屈曲梁可以为弹簧钢,其通过焊接在两端的螺杆与第一底座和第二底座通过螺栓连接结构固定连接。

[0015] 进一步的,所述底板的的上表面和顶板的下表面分别对应所述第一底座和第二底座设置有支架,所述转轴固定设置于所述支架,所述第一底座和第二底座对应所述转轴设置有安装环,所述安装环套设于所述转轴,且所述安装环的内侧固定设置有橡胶圈,所述橡胶圈的内侧与所述转轴的表面相抵。

[0016] 其中,转轴的端部可以设置阻挡结构,例如挡块,以防止安装环脱离转轴;转轴与安装环之间设置有橡胶圈,因此转轴和安装环可以在一定范围内发生相对位移,以抵消弹性臂的安装误差。

[0017] 进一步的,所述底板和所述顶板上开设有用于安装支架的第二安装孔,所述第二安装孔贯穿所述底板或顶板设置,所述支架对应所述第二安装孔设置有第二螺纹孔,所述支架通过螺栓连接结构安装于所述第二安装孔。

[0018] 第二安装孔可以为螺纹孔,支架通过同时安装于第二螺纹孔和第二安装孔的螺栓固定在底板和顶板上;或者第二安装孔为通孔,支架通过螺栓螺帽连接结构安装在底板和顶板上,其中,第一安装孔的上端或下端开设有用以容纳螺帽的扩宽孔,以保持底板的下表面和顶板的上表面的平齐。

[0019] 进一步的,所述第二安装孔包括圆孔和长条孔,所述圆孔的中心位于所述长条孔的长度方向的中心线上。

[0020] 其中,顶板上的圆孔和长条孔对应底板上的圆孔和长条孔设置,支架通过螺栓结

构安装于顶板以及底板上的圆孔和长条孔,安装在长条孔中的支架可以在长条孔内沿着长条孔的长度方向移动从而调节该支架的位置,负刚度机构中的其中一个弹性臂的两端分别枢接于顶板上的圆孔中的支架和底板上的长条孔中的支架,另一弹性臂的两端分别枢接于顶板上的长条孔中的支架和底板上的圆孔中的支架,此时两弹性臂不互相接触地交叉设置,进而可以通过调节长条孔中的支架的位置调节弹性臂的长度以调节屈曲梁的压缩量,从而使得隔振器可以在不同负载下提供良好的隔振性能。

[0021] 进一步的,所述底板与所述顶板之间还设置有用于限制所述顶板相对于底板的移动行程的限位机构。

[0022] 限位机构用于限制顶板相对于底板的最大行程,以防止因顶板的形成过大而损坏负刚度机构。

[0023] 进一步的,所述限位机构包括固定设置于所述底板上的限位杆和固定设置于所述顶板上的限位支架,所述限位支架的底端设置有套环,所述限位杆的上端穿过所述套环设置,且所述限位的顶部设置有阻挡部,所述阻挡部的宽度大于所述套环的内径。

[0024] 限位杆和限位支架分别通过螺栓连接结构或者焊接结构与底板和顶板固定连接,其中,阻挡部限制挡环向上的移动,从而限制顶板相对于底板向上移动的行程,限位杆的顶部可以限制顶板向下移动的行程。

[0025] 进一步的,所述阻挡部位置可调地设置于所述限位杆。

[0026] 其中,限位杆的上部设置有外螺纹,阻挡部为螺帽,阻挡部安装于所述限位杆的上部,以实现位置阻挡部位置可调地设置在限位杆上,通过调节阻挡部在限位杆上的位置可以调节顶板相对于底板的最大行程。

[0027] 下面结合上述技术方案以及附图对本发明的原理、效果进一步说明:

[0028] 本发明中的负刚度机构中的屈曲梁对于刚度的敏感度高,因此本发明中负刚度机构能使得隔振器在振动幅值很小的情况表现出良好的隔振性能,能适用于隔离微幅低频振动;同时,相较于现有隔振器中的作为负刚度结构的弹簧,本发明中的负刚度机构占用的安装空间更小,因而能实现隔振器的小型化。

附图说明

[0029] 图1为本发明实施例所述屈曲梁准零刚度隔振器的剖面结构示意图;

[0030] 图2为本发明实施例所述底板的结构示意图;

[0031] 图3为本发明实施例所述弹性臂的结构示意图一;

[0032] 图4为本发明实施例所述弹性臂的结构示意图二。

[0033] 附图标记说明:

[0034] 1-底板,11-第一安装孔,121-圆孔,122-长条孔,13-第三安装孔,2-顶板,31-第一安装座,32-第二安装座,33-圆柱弹簧,41-屈曲梁,411-螺杆,42-第一底座,43-第二底座,44-支架,45-安装环,451-橡胶圈,51-限位杆,511-阻挡部,52-限位支架,521-套环。

具体实施方式

[0035] 为了便于本领域技术人员理解,下面将结合附图以及实施例对本发明做进一步详细描述:

[0036] 如图1-4,一种屈曲梁准零刚度隔振器,包括底板1和与所述底板1平行设置的顶板2,所述底板1与所述顶板2之间设置有连接所述底板1和顶板2的正刚度机构和负刚度机构,所述负刚度机构包括两交叉设置的弹性臂,所述弹性臂包括第一底座42和第二底座43,所述第一底座42和第二底座43之间设置有两相对设置的屈曲梁41,两所述屈曲梁41的中部朝外弯曲设置,所述屈曲梁41的两端分别连接于所述第一底座42和第二底座43,所述第一底座42和第二底座43通过转轴分别枢接于所述顶板2的下表面和底板1的上表面。

[0037] 底板1用于将隔振器固定在地基上,顶板2用于承载被隔振物,底板1和顶板2以及位于底板1和顶板2中间的正刚度机构和负刚度机构形成一个准零刚度系统,准零刚度系统在静平衡位置处的动刚度为零,可以使得隔振器在保证承载力的前提下其刚度接近为零,从而表现出优良的低频隔振性能。

[0038] 其中,正刚度机构的数量为四个,其分布于方形底板1的四个尖角处且关于底板1的垂直方向的中心线对称分布,用于支撑顶板2并使得顶板2平稳;负刚度机构的数量为两个,负刚度机构关于底板1的垂直方向的中心线对称分布。在另一种实施例中,正刚度机构的数量为三个,其关于底板1的垂直方向的中心线对称分布,负刚度机构的数量为两个,其关于底板1的垂直方向的中心线对称分布。

[0039] 弹性臂的两端通过转轴分别枢接于顶板2的下表面和底板1的上表面,则在顶板2因承载有被隔振物而下移时,弹性臂会趋向于平行于底板1,此时弹性臂会被压缩,屈曲梁41朝外继续弯曲,屈曲梁41会产生一个向内的反作用力,即弹性臂变形产生负刚度,此时负刚度机构与正刚度机构形成一个准零刚度系统,且本发明中的被隔振物主要由正刚度机构提供支撑,而负刚度机构中的屈曲梁41对于刚度的敏感度高,因此本发明中负刚度机构能使得隔振器在振动幅值很小的情况表现出良好的隔振性能,能适用于隔离微幅低频振动;同时,相较于现有隔振器中的作为负刚度结构的弹簧,本发明中的负刚度机构占用的安装空间更小,因而能实现隔振器的小型化。

[0040] 另外,本发明中的负刚度机构中的两个弹性臂相互交叉设置,其可以避免隔振器的扭转转矩的产生,同时还能使得隔振器在受到水平方向的外力时不易产生形变。

[0041] 正刚度机构包括固定设置于所述底板1的上表面的第一安装座31和固定设置于所述顶板2的下表面的第二安装座32,所述第一安装座31和第二安装座32之间设置有圆柱弹簧33,所述圆柱弹簧33的上端和下端分别与所述第二安装座32和第一安装座31固定连接。

[0042] 第一安装座31和第二安装座32通过螺栓连接结构分别设置在底板1和顶板2上,圆柱弹簧33的两端通过螺栓连接结构连接在第一安装座31和第二安装座32上。在另一种实施例中,第一安装座31和第二安装座32通过焊接连接结构分别设置在底板1和顶板2上,圆柱弹簧33的两端通过焊接连接结构连接在第一安装座31和第二安装座32上。

[0043] 所述底板1和所述顶板2上开设有用于安装第一安装座31和第二安装座32的第一安装孔11,所述第一安装孔11贯穿所述底板1或顶板2设置,所述第一底座42和第二底座43对应所述第一安装孔11设置有第一螺纹孔,所述第一安装座31和第二安装座32通过螺栓连接结构安装于所述第一安装孔11。

[0044] 第一安装孔11为螺纹孔,第一安装座31和第二安装座32通过同时安装于第一螺纹孔和第一安装孔11的螺栓分别固定在底板1和顶板2上。在另一种实施例中,第一安装孔11为通孔,第一安装座31和第二安装座32通过螺栓螺帽连接结构分别安装在底板1和顶板2

上,其中,第一安装孔11的上端或下端开设有用以容纳螺帽的扩宽孔,以保持底板1的下表面和顶板2的上表面的平齐。在另一种实施例中,第一安装座31和第二安装座32通过焊接连接结构分别固定在底板1和顶板2上。

[0045] 所述屈曲梁41的两端设置有螺杆411,所述屈曲梁41的两端通过所述螺杆411与所述第一底座42和第二底座43固定连接。

[0046] 其中,屈曲梁41可以为弹簧钢,其通过焊接在两端的螺杆411与第一底座42和第二底座43通过螺栓连接结构固定连接。

[0047] 所述底板1的上表面和顶板2的下表面分别对应所述第一底座42和第二底座43设置有支架44,所述转轴固定设置于所述支架44,所述第一底座42和第二底座43对应所述转轴设置有安装环45,所述安装环45套设于所述转轴,且所述安装环45的内侧固定设置有橡胶圈451,所述橡胶圈451的内侧与所述转轴的表面相抵。

[0048] 其中,转轴的端部可以设置阻挡结构,该阻挡结构为挡块,以防止安装环45脱离转轴;转轴与安装环45之间设置有橡胶圈451,因此转轴和安装环45可以在一定范围内发生相对位移,以抵消弹性臂的安装误差。

[0049] 所述底板1和所述顶板2上开设有用于安装支架44的第二安装孔,所述第二安装孔贯穿所述底板1或顶板2设置,所述支架44对应所述第二安装孔设置有第二螺纹孔,所述支架44通过螺栓连接结构安装于所述第二安装孔。

[0050] 第二安装孔可以为螺纹孔,支架44通过同时安装于第二螺纹孔和第二安装孔的螺栓固定在底板1和顶板2上。在另一种实施例中,第二安装孔为通孔,支架44通过螺栓螺帽连接结构安装在底板1和顶板2上,其中,第一安装孔11的上端或下端开设有用以容纳螺帽的扩宽孔,以保持底板1的下表面和顶板2的上表面的平齐。

[0051] 所述第二安装孔包括圆孔121和长条孔122,所述圆孔121的中心位于所述长条孔122的长度方向的中心线上。

[0052] 其中,顶板2上的圆孔121和长条孔122对应底板1上的圆孔121和长条孔122设置,支架44通过螺栓结构安装于顶板2以及底板1上的圆孔121和长条孔122,安装在长条孔122中的支架44可以在长条孔122内沿着长条孔122的长度方向移动从而调节该支架44的位置,负刚度机构中的其中一个弹性臂的两端分别枢接于顶板2上的圆孔121中的支架44和底板1上的长条孔122中的支架44,另一弹性臂的两端分别枢接于顶板2上的长条孔122中的支架44和底板1上的圆孔121中的支架44,此时两弹性臂不互相接触地交叉设置,进而可以通过调节长条孔122中的支架44的位置调节弹性臂的长度以调节屈曲梁41的压缩量,从而使得隔振器可以在不同负载下提供良好的隔振性能。

[0053] 所述底板1与所述顶板2之间还设置有用于限制所述顶板2相对于底板1的移动行程的限位机构。

[0054] 限位机构用于限制顶板2相对于底板1的最大行程,以防止因顶板2的形成过大而损坏负刚度机构。

[0055] 所述限位机构包括固定设置于所述底板1上的限位杆51和固定设置于所述顶板2上的限位支架52,所述限位支架52的底端设置有套环521,所述限位杆51的上端穿过所述套环521设置,且所述限位的顶部设置有阻挡部511,所述阻挡部511的宽度大于所述套环521的内径。

[0056] 底板1上设置有贯穿底板1的第三安装孔13,第三安装孔13为螺纹孔,限位杆51的下端对应第三安装孔13设置有螺纹,并通过该螺纹安装于第三安装孔13中,顶板2上设置有贯穿底板1的第四安装孔,限位杆51的上端对应第四安装孔设置有螺纹,并通过该螺纹安装于第四安装孔中,其中,阻挡部511限制挡环向上的移动,从而限制顶板2相对于底板1向上移动的行程,限位杆51的顶部可以限制顶板2向下移动的行程。

[0057] 所述阻挡部511位置可调地设置于所述限位杆51。

[0058] 其中,限位杆51的上部设置有外螺纹,阻挡部511为螺帽,阻挡部511安装于所述限位杆51的上部,以实现位置阻挡部511位置可调地设置在限位杆51上,通过调节阻挡部511在限位杆51上的位置可以调节顶板2相对于底板1的最大行程。

[0059] 以上实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

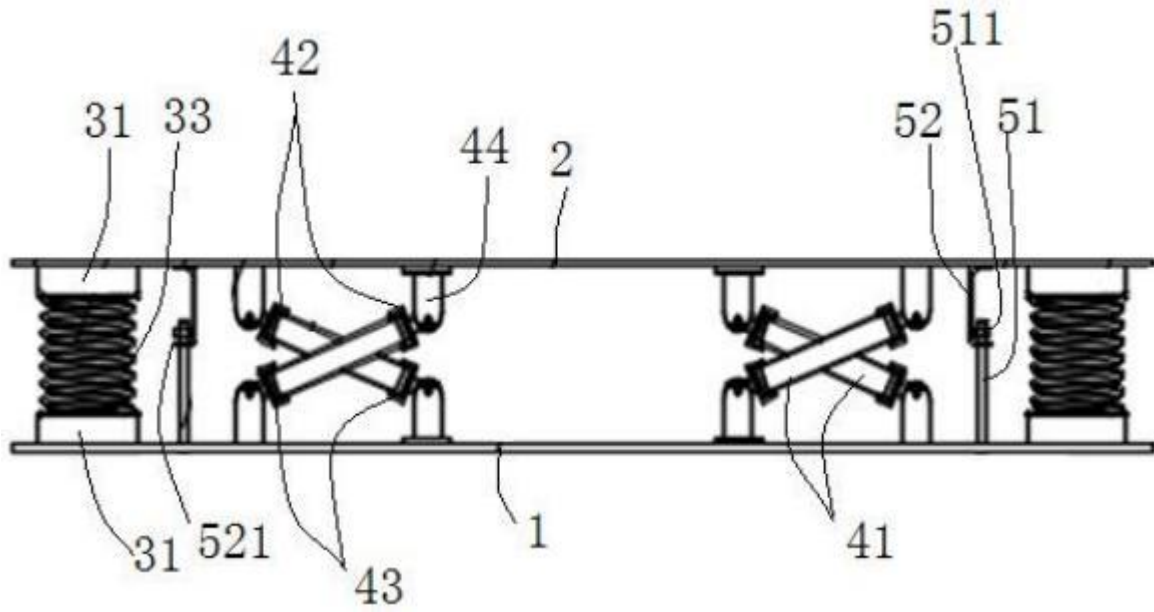


图 1

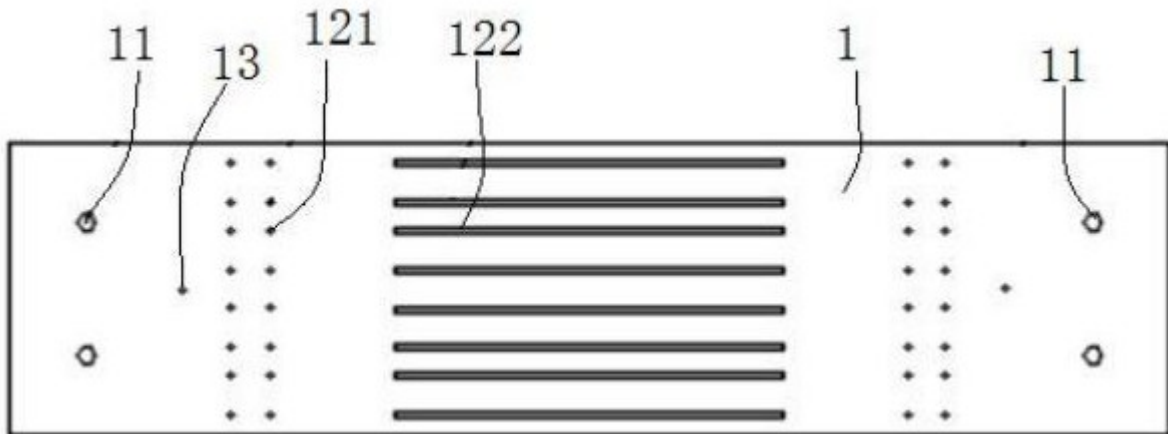


图 2

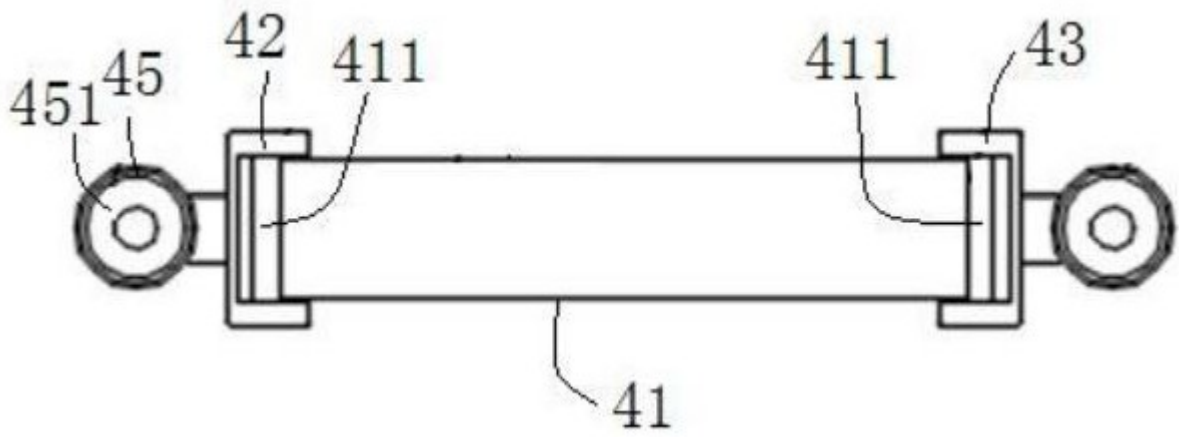


图 3

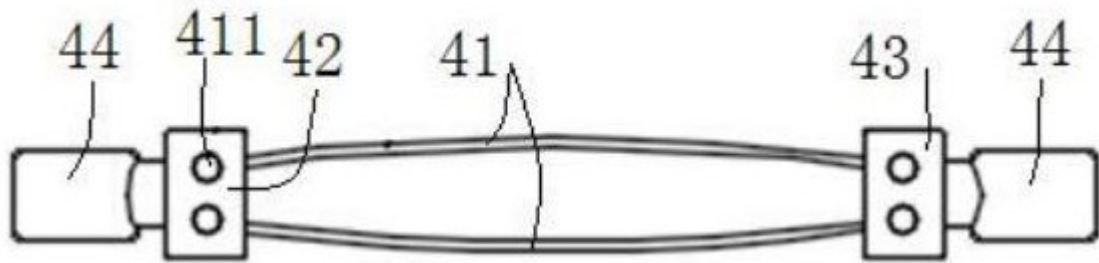


图 4