



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117533364 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 09

(21) 申请号 202311586006.7

(22) 申请日 2023.11.24

(71) 申请人 北京交通大学

地址 100000 北京市海淀区上园村3号

(72) 发明人 宋雷鸣 万帅帅 张虎 林浩

胡晓军

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇知识产权代理

有限公司 11463

专利代理师 陈雄岳

(51) Int. Cl.

B61G 11/02 (2006.01)

B61G 11/10 (2006.01)

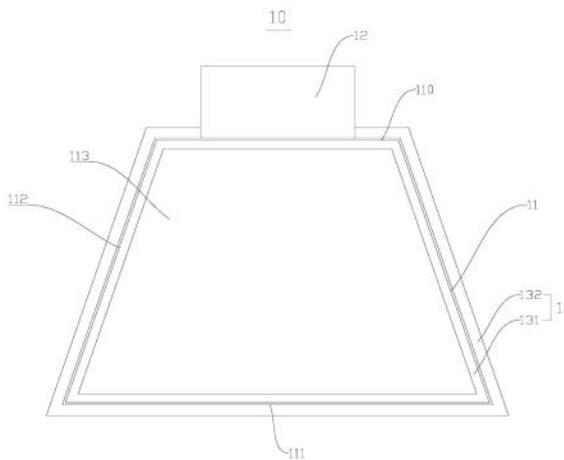
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种高静低动减振器

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种高静低动减振器,属于减振器技术领域。高静低动减振器包括本体,本体包括由一个弹簧钢片围合构造造成横截面为等腰梯形的弹簧钢结构。这种高静低动减振器结构简单,能够实现高静刚度低动刚度的刚度要求,优化列车在空载或轻载工况下的减振效果。



1. 一种高静低动减振器,其特征在于,包括本体,所述本体包括由一个弹簧钢片围合构造造成横截面为等腰梯形的弹簧钢结构。

2. 根据权利要求1所述的高静低动减振器,其特征在于,所述弹簧钢结构包括顶壁、底壁和两个侧壁,所述顶壁、所述底壁和两个所述侧壁之间围合形成有变形腔;

所述本体还包括承载接头,所述承载接头设置于所述顶壁的顶面,所述承载接头用于承载外力并将外力传递至所述弹簧钢结构。

3. 根据权利要求2所述的高静低动减振器,其特征在于,所述弹簧钢片的两个自由端焊接固定,所述弹簧钢片的焊点位于所述弹簧钢结构的底壁的中线。

4. 根据权利要求2所述的高静低动减振器,其特征在于,所述底壁与所述侧壁的夹角的取值范围为 $3^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求1所述的高静低动减振器,其特征在于,所述本体还包括橡胶层,所述橡胶层设置于所述弹簧钢结构的内侧和/或外侧。

6. 根据权利要求5所述的高静低动减振器,其特征在于,所述橡胶层的材质为橡胶,所述橡胶的硬度的取值范围为40-70Shore A。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的高静低动减振器,其特征在于,所述本体的数量设为多个,多个所述本体沿其长度方向和/或宽度方向间隔分布。

8. 根据权利要求1-6中任一项所述的高静低动减振器,其特征在于,所述本体的数量设为多个,多个所述本体沿其高度方向重叠分布,多个所述本体包括最下层本体和位于所述最下层本体上方的多个上层本体,多个所述上层本体的变形腔内均设置有阻挡件,所述阻挡件用于限制所述上层本体的顶壁的变形位移量维持在预设范围。

9. 根据权利要求1-6中任一项所述的高静低动减振器,其特征在于,所述本体还包括橡胶减振件,所述橡胶减振件位于所述弹簧钢结构的变形腔内,所述橡胶减振件设置于所述橡胶减振件的底壁,且所述橡胶减振件的顶面与所述弹簧钢结构的顶壁之间具有间隙。

10. 根据权利要求9所述的高静低动减振器,其特征在于,所述减振器包括安装座,所述安装座内设置有安装腔,所述本体安装于所述安装腔,所述安装座的顶部开设有供承载接头伸出的避让孔,所述承载接头用于与施加压力的压盖接触。

## 一种高静低动减振器

### 技术领域

[0001] 本申请涉及减振器技术领域,具体而言,涉及一种高静低动减振器。

### 背景技术

[0002] 随着中国高速铁路速度的不断提升,列车在运行过程中的振动及其传递也越来越剧烈,如何有效地降低列车在运行过程中的振动传递对于提高乘客乘坐舒适度具有重要意义。现有列车所采用的高静低动减振器一般采用减振橡胶,在列车重载工况下的减振效果良好,但由于减振橡胶本身的材料特性,导致其在列车空载或轻载工况下的减振效果较差,不能满足实际运营过程中的需求。

### 发明内容

[0003] 本申请实施例提供一种高静低动减振器,能够实现高静刚度低动刚度的刚度要求,优化列车在空载或轻载工况下的减振效果。

[0004] 高静低动减振器包括本体,本体包括由一个弹簧钢片围合构成横截面为等腰梯形的弹簧钢结构。

[0005] 在本方案中,通过将减振器采用由弹簧钢片围合构成横截面为等腰梯形的弹簧钢结构,利用了弹簧钢结构中的梯形的两个壁板,在压力作用下的屈曲效应,在力比较小时弹簧钢结构变形量增长的梯度很小,当达到屈曲点(即静态承载力转折点)处后出现变形增量的增大,从而实现高静低动的特性,优化了列车在空载或轻载工况下的减振效果。

[0006] 在一些实施例中,弹簧钢结构包括顶壁、底壁和两个侧壁,顶壁、底壁和两个侧壁之间围合形成有变形腔,本体还包括承载接头,承载接头设置于顶壁的顶面,承载接头用于承载外力并将外力传递至弹簧钢结构。

[0007] 上述技术方案中,通过在弹簧钢结构的顶壁设置有承载接头,承载接头可以起到传力的功能。

[0008] 其中,弹簧钢片的两个自由端可以采用焊接固定,也可以采用胶结固定,弹簧钢片的焊点或胶接点可以位于弹簧钢结构的底壁的中线或其他位置。

[0009] 在一些实施例中,弹簧钢片的两个自由端焊接固定,弹簧钢片的焊点位于弹簧钢结构的底壁的中线。

[0010] 上述技术方案中,通过将弹簧钢片的两个自由端的焊点位于弹簧钢结构的底壁的中线,使得弹簧钢结构的受力稳定性更高,降低了弹簧钢结构出现侧倾的概率。

[0011] 在一些实施例中,底壁与侧壁的夹角的取值范围为 $3^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 。

[0012] 上述技术方案中,通过调节弹簧钢结构中底壁与侧壁的倾角,可以使得弹簧钢结构的形成屈曲的力作用点不同,将倾角范围大约在 $3^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 之间,从而形成静态承载力转折点,实现高的静刚度。

[0013] 在一些实施例中,本体包括橡胶层,橡胶层设置于弹簧钢结构的内侧和/或外侧。

[0014] 上述技术方案中,通过在弹簧钢结构的内侧和/或外侧设置有橡胶层,橡胶层不仅

为本体提供了阻尼,而且也有效抑制了弹簧钢片的共振。

[0015] 在一些实施例中,橡胶层的材质为橡胶,橡胶的硬度的取值范围为40-70Shore A。

[0016] 上述技术方案中,调整橡胶层的硬度可以用来改变弹簧钢结构的倾角,通过将橡胶的硬度范围控制为40-70Shore A,进而使弹簧钢结构具有较低的动刚度。

[0017] 在一些实施例中,本体的数量设为多个,多个本体沿其长度方向和/或宽度方向间隔分布。

[0018] 上述技术方案中,通过减振器中并联两个及两个以上的本体,多个本体共同配合,可以提高减振器的承载能力,从而使得减振器能够适用于较宽载荷工况范围内的减振需求。

[0019] 在一些实施例中,本体的数量设为多个,多个本体沿其高度方向重叠分布,多个本体包括最下层本体和位于最下层本体上方的多个上层本体,多个上层本体的变形腔内均设置有阻挡件,阻挡件用于限制上层本体的顶壁的变形位移量维持在预设范围。

[0020] 上述技术方案中,通过串联两个及两个以上的本体,并且每一个本体中的弹簧钢片的厚度可以不同,上层本体配合有阻挡件后,减振器能够实现结构整体载荷-位移曲线呈现多级准零刚度特性,适用范围更广。

[0021] 在一些实施例中,本体还包括橡胶减振件,橡胶减振件位于弹簧钢结构的变形腔内,橡胶减振件设置于底壁,且橡胶减振件的顶面与弹簧钢结构的顶壁之间具有间隙。

[0022] 上述技术方案中,通过弹簧钢结构与橡胶减振件配合,可以显著提高列车在空载或者轻载工况下的减振效果,进而提高列车运行的平稳性以及乘客的乘坐舒适度。

[0023] 在一些实施例中,高静低动减振器还包括安装座,安装座内设置有安装腔,本体安装于安装腔内,安装座的顶部开设有供承载接头伸出的避让孔,承载接头用于与施加压力的压盖接触。

[0024] 上述技术方案中,安装座供本体安装,安装座的顶部开设有供承载接头伸出的避让孔,避让孔可以对承载接头进行限位,以将压盖和承载接头除竖直方向的其它自由度都进行约束,保证减振器弹簧钢结构不会发生侧翻的现象。

[0025] 本方案的有益效果为:高静低动减振器在实现高静刚度低动刚度的基础上,不仅结构简单,而且还可以实现模块化装配,降低了加工制造的难度。高静低动减振器在实际运用中也非常灵活,既可以通过多个弹簧钢结构串联来实现多级刚度的要求,而且也可以通过多个弹簧钢结构并联来提高承载能力。减振器利用本体中弹簧钢结构的高静低动的特性,不仅保证了高速列车从空载到轻载的静承载力,而且大幅降低了系统刚度和固有频率,改善了车辆在低载运行工况下的低频隔振性能。

[0026] 本申请的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

## 附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0028] 图1为本申请一些实施例提供的高静低动减振器中本体的结构示意图;

- [0029] 图2为本申请一些实施例提供的两个本体并联状态下的结构示意图；
- [0030] 图3为本申请一些实施例提供的两个本体串联状态下的结构示意图；
- [0031] 图4为本申请一些实施例提供的高静低动减振器的结构示意图；
- [0032] 图5为本申请一些实施例提供的梯形弹簧钢结构的刚度曲线图；
- [0033] 图6为本申请一些实施例提供的高静低动减振器为两个本体串联状态下的隔振器刚度曲线图；
- [0034] 图7为本申请一些实施例提供的梯形弹簧钢结构载荷-位移曲线随两腰角度变化关系；
- [0035] 图8为本申请一些实施例提供的梯形弹簧钢结构载荷-位移曲线随结构厚度变化关系；
- [0036] 图9为本申请实施例提供的减振器和现有技术中线性隔振器载荷-位移曲线对比图。
- [0037] 图标:10-本体;11-弹簧钢结构;110-顶壁;111-底壁;112-侧壁;113-变形腔;12-承载接头;13-橡胶层;131-内橡胶层;132-外橡胶层;14-橡胶减振件;140-矩形支撑座;141-承载橡胶块;142-橡胶块支座;20-安装座;21-底座;22-上盖;23-压盖;30-上层本体;40-最下层本体;50-阻挡件;60-浮动支撑板;100-减振器。

### 具体实施方式

[0038] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0039] 因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0040] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0041] 在本申请实施例的描述中,需要说明的是,指示方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0042] 在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“相连”应做广义理解,例如,可以是固定相连,也可以是可拆卸相连,或一体地相连;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0043] 实施例

[0044] 本申请实施例提供一种高静低动减振器,请参阅图1至图9,高静低动减振器100包

括本体10,本体10包括由一个弹簧钢片围合构成横截面为等腰梯形的弹簧钢结构11。

[0045] 在本方案中,通过将减振器100采用由弹簧钢片围合构成横截面为等腰梯形的弹簧钢结构11,利用了弹簧钢结构11中的梯形的两个壁板,在压力作用下的屈曲效应,在力比较小时弹簧钢结构11变形量增长的梯度很小,当达到屈曲点(即静态承载力转折点)处后出现变形增量的增大,从而实现高静低动的特性,优化了列车在空载或轻载工况下的减振效果。

[0046] 可以理解地,弹簧钢片,即弹簧钢主要是有好的弹性,又由于它是在动载荷环境条件下工作的,所以对制造弹簧的材质最主要的应有高的屈服强度;在承受重载荷时不引起塑性变形;应有高的疲劳强度,在载荷反复作用下具有长的使用寿命;并有足够的韧性和塑性,以防在冲击力作用下突然脆断。图5示意出了梯形弹簧钢结构11的刚度曲线图。

[0047] 其中,弹簧钢结构11可以调整弹簧钢片的厚度来调整减振器100的静态承载力转折点,弹簧钢片的厚度范围大约为0.1-0.3mm,从而实现弹簧钢结构11静刚度的调整,图8示意出了弹簧钢结构11的载荷-位移曲线随结构厚度变化关系。另外,通过调整弹簧钢结构11的高度来改变平台区域的倾角,并且高度范围与弹簧钢结构11的宽度相关,进而使弹簧钢结构11具有较低的动刚度。根据减振器100应用于不同大小尺寸的安装环境而对弹簧钢结构11的尺寸进行不同大小的设计,所以弹簧钢结构11中梯形弹簧钢结构11的高度可以进行灵活选择。就目前应用于高速列车上的减振器而言,应用于侧墙的减振器的弹簧钢结构11的高度大约为7mm,而应用于地板的减振器100的弹簧钢结构11高度大约为40mm,特殊应用场合的减振器100的弹簧钢结构11的高度可以为500mm。综上所述,弹簧钢结构11的高度大约在7mm-500mm左右,弹簧钢结构11可以根据高度具体值和宽度来选择,从而使得弹簧钢结构11能够发挥良好的高静低动刚度特性。

[0048] 在一些实施例中,请参阅图1,弹簧钢结构11包括顶壁110、底壁111和两个侧壁112,顶壁110、底壁111和两个侧壁112之间围合形成有变形腔113,顶壁110的长度小于底壁111的长度;本体10还包括承载接头12,承载接头12设置于顶壁110的顶面,承载接头12用于承载外力并将外力传递至弹簧钢结构11。通过在弹簧钢结构11的顶壁110设置有承载接头12,承载接头12可以起到传力的功能。

[0049] 其中,弹簧钢片的两个自由端可以采用焊接固定,也可以采用胶结固定,弹簧钢片的焊点或胶结点可以位于弹簧钢结构11的底壁的中线或其他位置。

[0050] 可选地,弹簧钢片的两个自由端焊接固定,弹簧钢片的焊点位于弹簧钢结构11的底壁111的中线。通过将弹簧钢片的两个自由端焊接固定,焊接的连接稳定性高,且弹簧钢片的焊点位于弹簧钢结构11的底壁111的中线,使得弹簧钢结构11的受力稳定性更高,降低了弹簧钢结构11出现侧倾的概率。

[0051] 在一些实施例中,底壁111与侧壁112的夹角的取值范围为 $3^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 。通过调节弹簧钢结构11中底壁111与侧壁112的倾角,可以使得弹簧钢结构11的形成屈曲的力作用点不同,将倾角范围大约在 $3^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 之间,从而形成静态承载力转折点,实现高的静刚度,图7示意出了弹簧钢结构11的载荷-位移曲线随两腰角度变化( $12^{\circ}$ - $27^{\circ}$ )关系。

[0052] 在一些实施例中,请参阅图1,本体10包括橡胶层13,橡胶层13设置于弹簧钢结构11的内侧和/或外侧。通过在弹簧钢结构11的内侧和/或外侧设置有橡胶层13,橡胶层13不仅为本体10提供了阻尼,而且也有效抑制了弹簧钢片的共振。

[0053] 可以理解地,弹簧钢结构11的内侧可以设置有橡胶层13,也可以是弹簧钢结构11的外侧设置有橡胶层13,还可以是弹簧钢结构11的内侧和外侧均设置有橡胶层13,具体根据实际情况而定。在本实施例中,弹簧钢结构11的内侧设置有内橡胶层131,弹簧钢结构11的外侧也设置有外橡胶层132,橡胶层13的厚度与弹簧钢片的厚度比值范围为1.5-3倍。

[0054] 其中,橡胶层13的材质可以为橡胶,也可以为其它阻尼材料。

[0055] 示例性地,橡胶层13的材质为橡胶,橡胶的硬度的取值范围为40-70Shore A。调整橡胶层13的硬度可以用来改变弹簧钢结构11的倾角,通过将橡胶的硬度范围控制为40-70Shore A,进而使弹簧钢结构11具有较低的动刚度。

[0056] 具体的,如果橡胶的硬度过高,其在受到冲击或振动时可能无法提供足够的缓冲和减振效果,从而影响对振动和冲击的吸收能力,这可能导致应力集中、损坏或破裂,并且过大的硬度会使橡胶材料变得更加刚性和脆性,而不具备足够的抗拉伸和抗撕裂能力,这也可能导致材料在受到拉伸或应力时容易断裂或开裂;过低硬度的减振器100可能无法提供足够的刚度和支撑能力来有效隔离振动和冲击,并且硬度过小可能会导致过度变形和挤压而减少隔振效果,振动和冲击可能会传导到其他部位。综上所述,橡胶的硬度范围大约为40-70Shore A。对于减振器100这样的应用,橡胶硬度的选择应考虑到实现隔振效果的需求。一般而言,较低硬度的橡胶材料通常具有较好的隔振性能,可以更好地缓冲振动和冲击,所以较软的橡胶主要用于低频振动和较小负荷的应用,而较硬的橡胶适用于高频振动和较大负荷的应用。橡胶硬度的选择应结合实际情况进行测试和评估,以确保达到所需的隔振效果。

[0057] 其中,减振器100中本体10的数量可以设为多个,多个本体10可以沿长度方向和/或宽度方向分布,也可以沿高度方向重叠分布,具体根据实际情况而定。

[0058] 示例性地,本体10的数量设为多个,多个本体10沿其长度方向和/或宽度方向间隔分布。通过减振器100中并联两个及两个以上的本体10,多个本体10共同配合,可以提高减振器100的承载能力,从而使得减振器100能够适用于较宽载荷工况范围内的减振需求。在本实施例中,图2示意出了两个本体10并联状态下的结构示意图。

[0059] 示例性地,本体10的数量设为多个,多个本体10沿其高度方向重叠分布,多个本体10包括最下层本体40和位于最下层本体40上方的多个上层本体30,多个上层本体30的变形腔113内均设置有阻挡件50,阻挡件50用于限制上层本体30的顶壁110的变形位移量维持在预设范围,在相邻两个本体10之间可以设置有浮动支撑板60。通过串联两个及两个以上的本体10,并且每一个本体10中的弹簧钢片的厚度可以不同,上层本体30配合有阻挡件50后,减振器100能够实现结构整体载荷-位移曲线呈现多级准零刚度特性,适用范围更广。在本实施例中,图3示意出了两个本体10串联状态下的结构示意图,图6示意出了两个本体10串联状态下的刚度曲线图。

[0060] 在一些实施例中,请参阅图4,本体10还包括橡胶减振件14,橡胶减振件14位于弹簧钢结构11的变形腔113内,橡胶减振件14设置于底壁111,且橡胶减振件14的顶面与弹簧钢结构11的顶壁110之间具有间隙。通过弹簧钢结构11与橡胶减振件14配合,可以显著提高列车在空载或者轻载工况下的减振效果,进而提高列车运行的平稳性以及乘客的乘坐舒适度。

[0061] 具体的,以带橡胶减振件14的本体10应用于列车时为例,当列车处于空载和轻载

工况时,本体10中的弹簧钢结构11处于低刚度压缩状态单独承载载荷,减振器100在平衡位置附近工作,具有较低固有频率和较高承载能力,有利于扩展隔振频率区间和实现低频振动控制。当列车的载荷升高,弹簧钢结构11的顶壁110被下压至与橡胶减振件14接触,弹簧钢结构11和橡胶减振件14并联,两者共同承载载荷,从而保证弹簧钢结构11的压缩量不超过限,也提高了弹簧钢结构11中橡胶层13和弹簧钢片的使用寿命。

[0062] 其中,如图4所示,橡胶减振件14由上至下可以依次包括矩形支撑座140、承载橡胶块141和橡胶块支座142,橡胶块支座142与弹簧钢结构11的底壁111顶面接触,矩形支撑座140的顶面与弹簧钢结构11的顶壁110具有间隙,间隙的取值可以根据实际情况而定。

[0063] 在一些实施例中,请参阅图4,高静低动减振器100还包括安装座20,安装座20内设置有安装腔,本体10安装于安装腔内,安装座20的顶部开设有供承载接头12伸出的避让孔,承载接头12用于与施加压力的压盖23接触。安装座20供本体10安装,安装座20的顶部开设有供承载接头12伸出的避让孔,避让孔可以对承载接头12进行限位,以将压盖23和承载接头12除竖直方向的其它自由度都进行约束,保证减振器100弹簧钢结构11不会发生侧翻的现象。

[0064] 其中,安装座20包括底座21和上盖22,上盖22和底座21之间构成形成有安装腔,避让孔开设于上盖22。

[0065] 如图9所示,示意出了本方案中的减振器100和现有技术中的线性隔振器载荷-位移曲线对比图,新式隔振器便为本申请中的高静低动减振器100,通过对比新式隔振器和传统的线性隔振器,通过对比可以看出:减振器100利用本体10中弹簧钢结构11的高静低动的特性,不仅保证了高速列车从空载到轻载的静承载力,而且大幅降低了系统刚度和固有频率,改善了车辆在低载运行工况下的低频隔振性能。

[0066] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例中的特征可以相互结合。

[0067] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

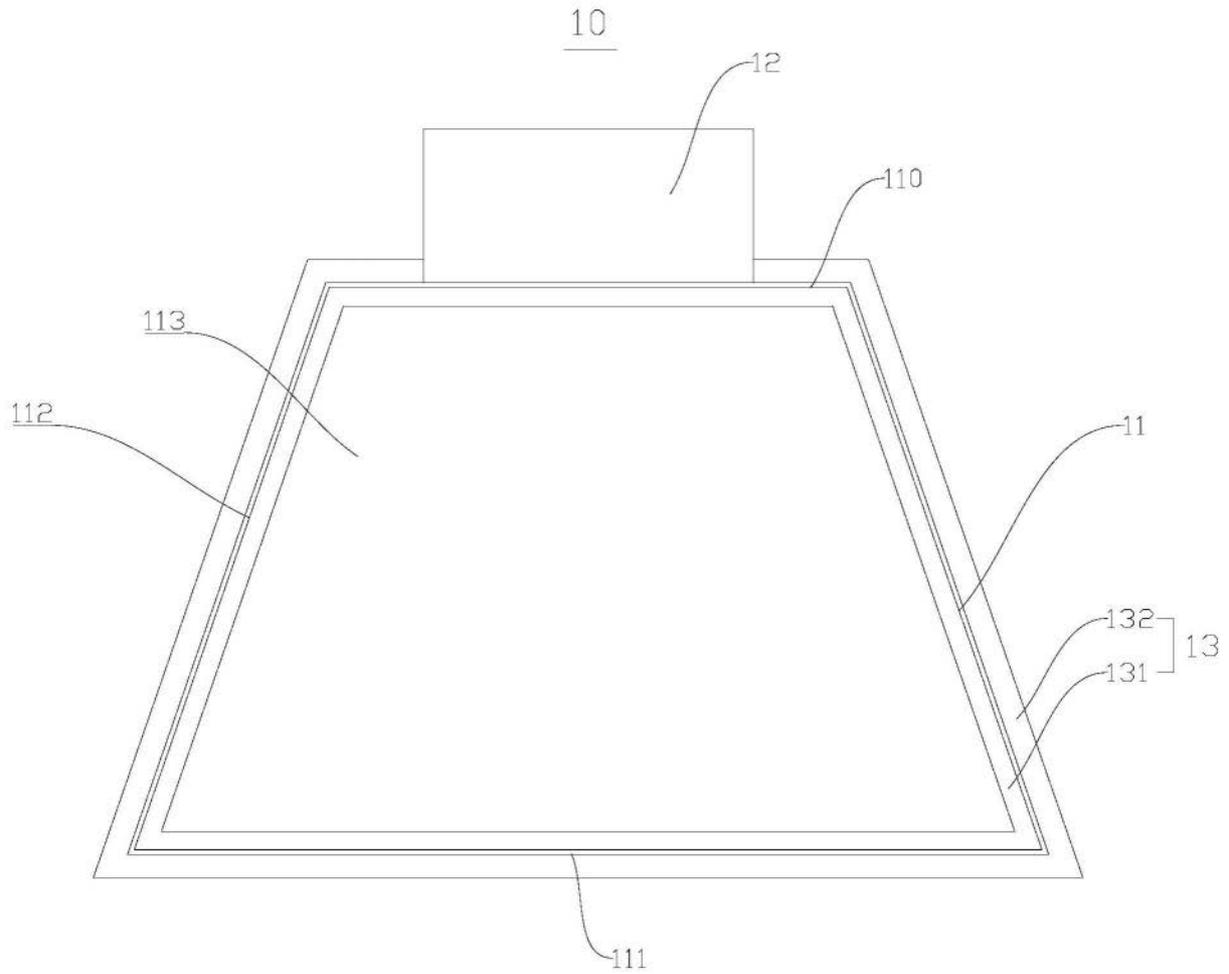


图1

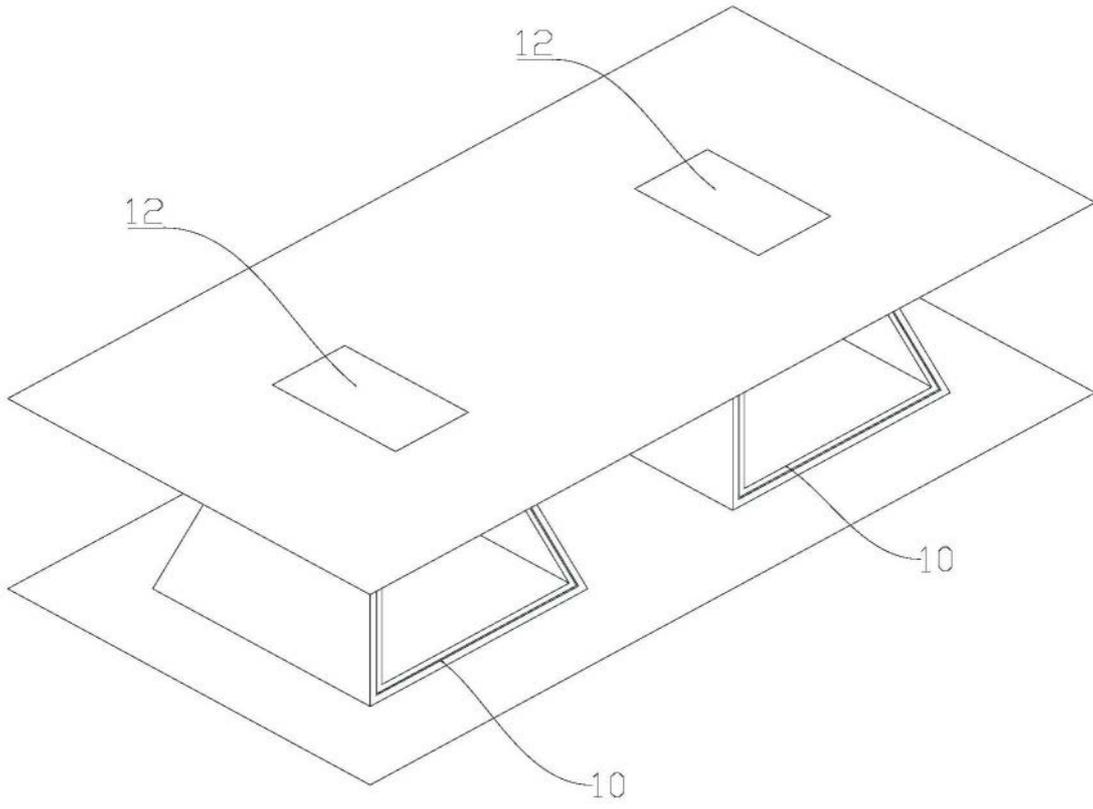


图2

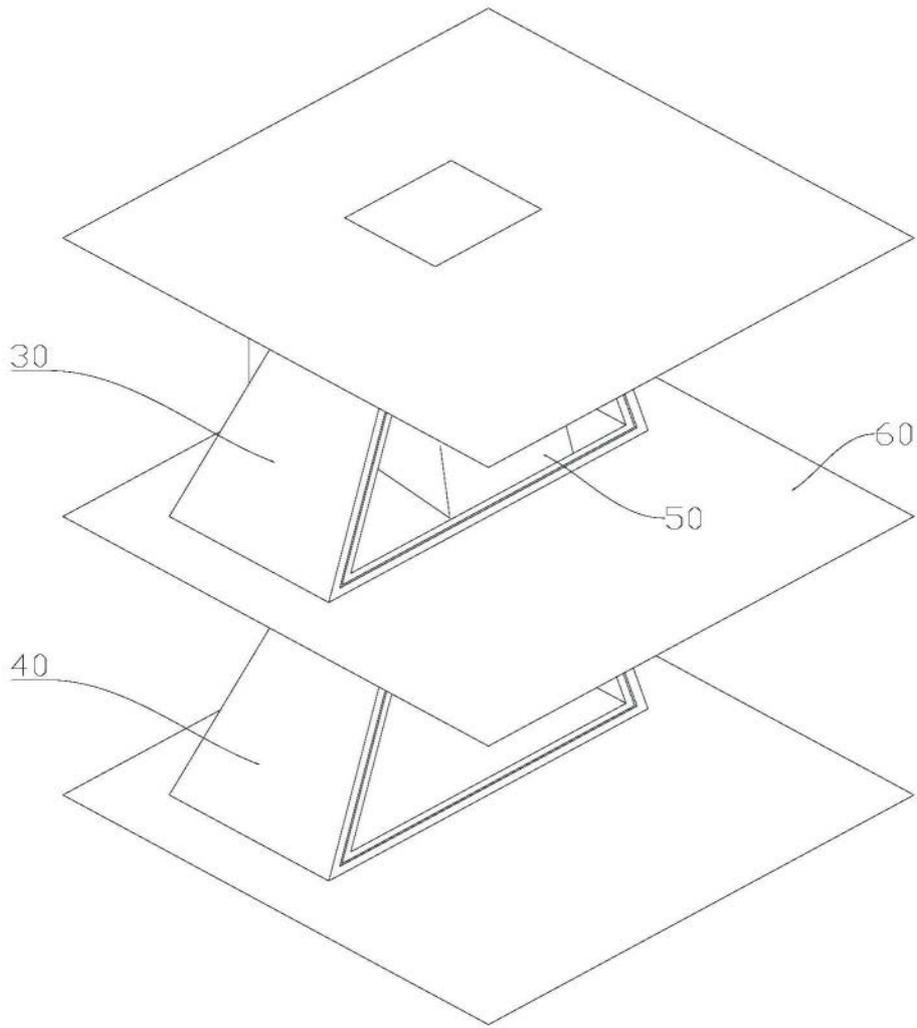


图3

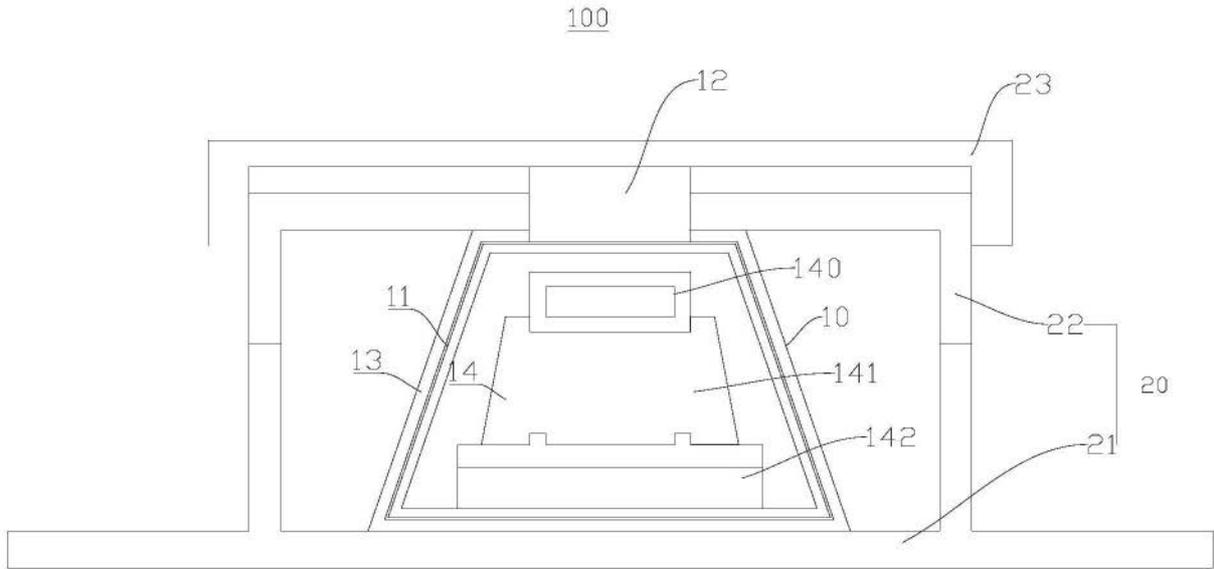


图4

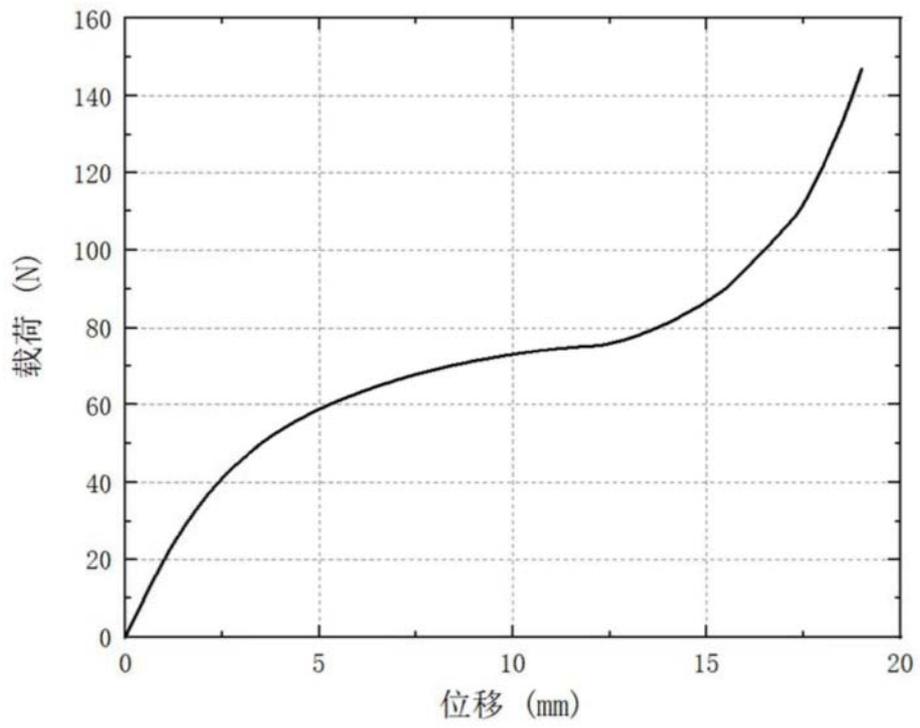


图5

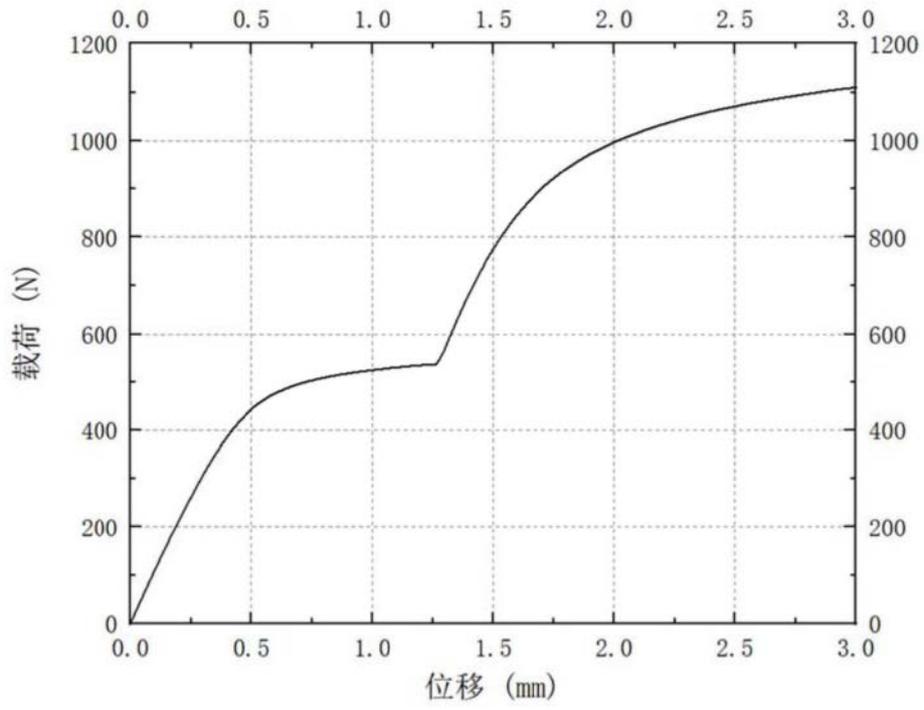


图6

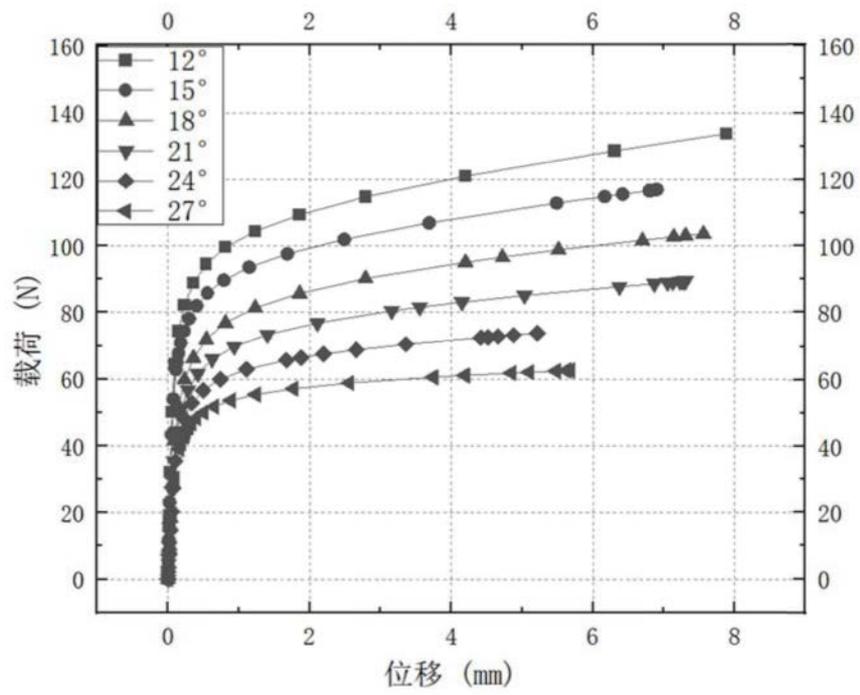


图7

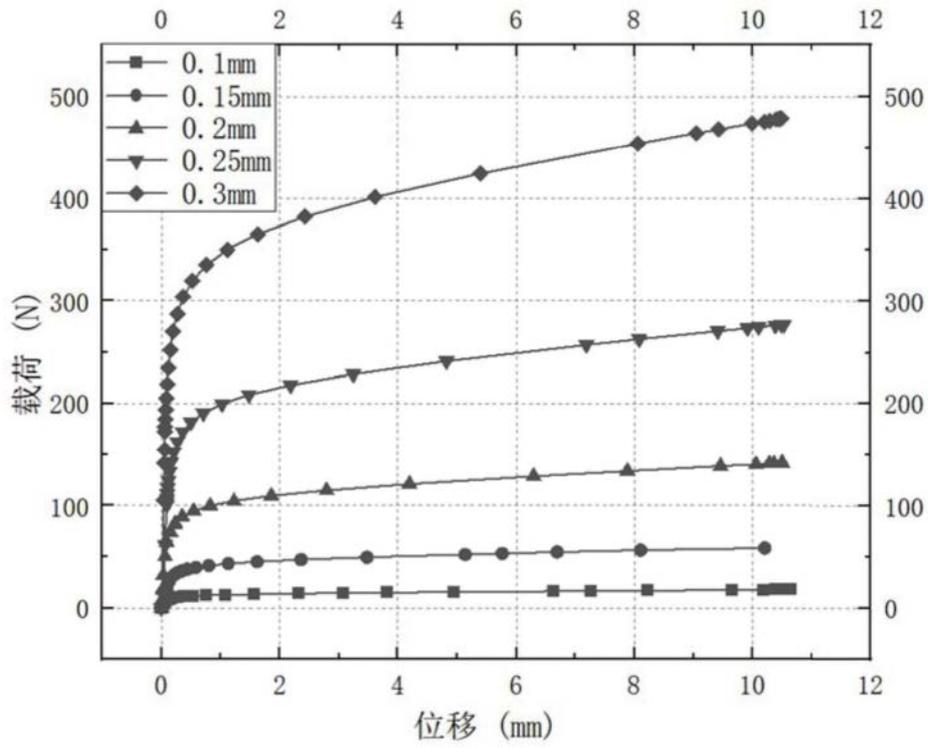


图8

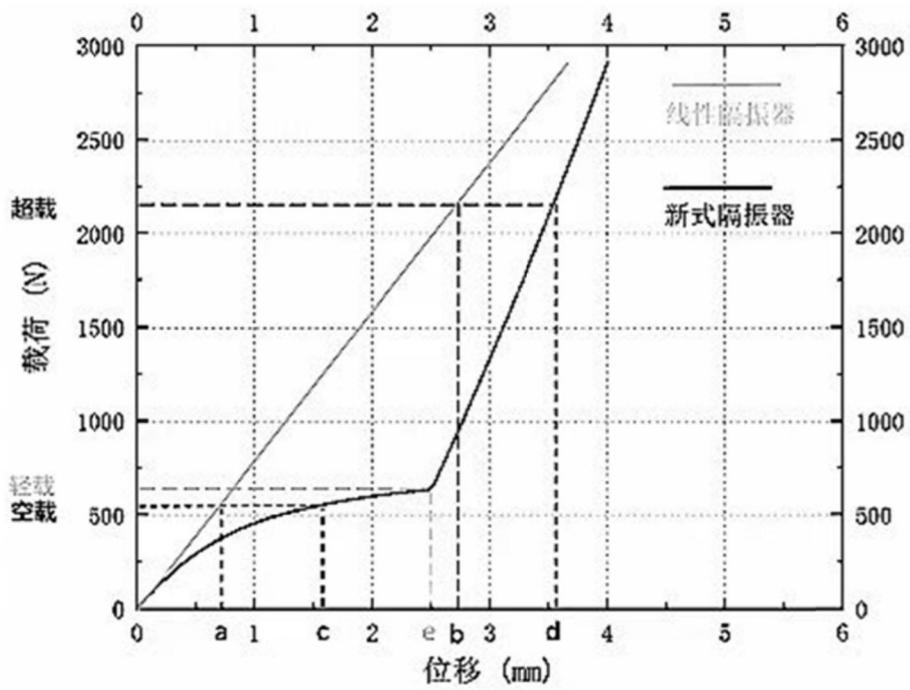


图9