



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113685480 B

(45) 授权公告日 2023.04.18

(21) 申请号 202110790194.X

(22) 申请日 2021.07.13

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113685480 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 株洲时代瑞唯减振装备有限公司

地址 412007 湖南省株洲市天元区黑龙江

路639号栗雨工业园理化大楼301

(72) 发明人 董永 罗俊 胡嘉亮 罗乡源

赵斌 蒋仲三 林胜 周娟

(74) 专利代理机构 株洲湘知知识产权代理事务

所(普通合伙) 43232

专利代理师 苏娟

(51) Int. Cl.

F16F 13/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 112026824 A, 2020.12.04

US 2005127586 A1, 2005.06.16

CN 112145609 A, 2020.12.29

JP 2016173122 A, 2016.09.29

审查员 王俊

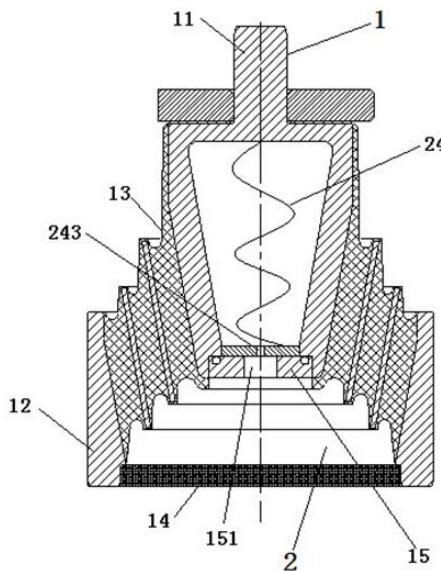
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

复合锥形橡胶弹簧及其刚度设计方法

(57) 摘要

复合锥形橡胶弹簧,包括锥形橡胶弹簧,其特征在于:所述的锥形橡胶弹簧中密封设置液压阻尼机构,液压阻尼机构随锥形橡胶弹簧的垂向承载而产生动态阻尼,为锥形橡胶弹簧提供动态刚度。本发明充分发挥锥形橡胶弹簧中橡胶体的弹性支撑作用和液压阻尼机构的动态硬化作用,满足高速行驶重载行驶时一系悬挂系统垂向刚度提升的需求,提高列车的运行平稳性,保证复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度在承载过程中的动态变化满足变刚度需求。本发明还提供一种复合锥形橡胶弹簧的刚度设计方法。



1. 复合锥形橡胶弹簧,包括锥形橡胶弹簧,其特征在于:所述的锥形橡胶弹簧中密封设置液压阻尼机构,液压阻尼机构随锥形橡胶弹簧的垂向承载而产生动态阻尼,为锥形橡胶弹簧提供动态刚度;

所述的液压阻尼机构沿中轴线密封设置,包括注入油液且可变形的主动腔室和未注入液压油且不可变形的负腔室,主动腔室和负腔室通过阻尼流道联通,主动腔室中的油液随锥形橡胶弹簧的垂向承载而流入负腔室中,形成阻尼力;

所述的锥形橡胶弹簧包括外套、芯轴以及硫化在外套和芯轴之间的橡胶体,外套下端通过外底板密封,芯轴下端通过内底板密封,内底板、橡胶体下型面和外底板之间合围形成主动腔室,负腔室开设在芯轴内;

所述的负腔室内装有弹力组件,弹力组件抵在内底板上且随主动腔室的压力增大而运动,使阻尼流道的油液流量增大;

所述的弹力组件包括弹簧和抵在内底板上的阻尼板,弹簧将阻尼板压紧在内底板上,且阻尼板与芯轴密封配合,阻尼通道从内底板延伸至阻尼板;

所述的内底板中心开有大通孔,阻尼板中心开有直径小于大通孔的小通孔,大通孔与小通孔同轴联通形成阻尼通道;

装车状态下橡胶体预压缩,油液充满主动腔室且主动腔室的油压小于弹簧的弹力。

2. 根据权利要求1所述的复合锥形橡胶弹簧,其特征在于:所述的负腔室呈从下至上直径逐渐增大的锥形腔,弹簧上端与芯轴固定,下端与阻尼板固定。

3. 权利要求1至2任一项所述的复合锥形橡胶弹簧的刚度设计方法,其特征在于:根据车辆线路路况、运行车速和安装空间尺寸,设计液压阻尼机构的阻尼特性,以设计复合锥形橡胶弹簧的动态刚度,使所述复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度随承载的变化而变化。

4. 根据权利要求3所述的复合锥形橡胶弹簧的刚度设计方法,其特征在于:“设计液压阻尼机构的阻尼特性,以设计复合锥形橡胶弹簧的动态刚度”是指:设计所述的复合锥形橡胶弹簧在自由状态下主动腔室的体积以及主动腔室中油液的容量,使所述的复合锥形橡胶弹簧在装车状态下主动腔室恰好被油液充满,在垂向承载时即产生阻尼力形成动态刚度;设计所述弹簧的刚度,以设计液压阻尼机构产生的最大阻尼力,设计大通孔和小通孔的直径,以设计承载过程中液压阻尼机构的阻尼力变化过程和复合锥形橡胶弹簧垂向刚度的动态变化过程。

## 复合锥形橡胶弹簧及其刚度设计方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合锥形橡胶弹簧及其刚度设计方法,用于轨道车辆转向架一系悬挂系统中。

### 背景技术

[0002] 将轴箱弹簧设置在转向架上的主要目的是用于保证车辆运行平稳和安全,轴箱弹簧主要是安装在轴箱与构架之间,起一系减振作用。低速行驶时,要求一系悬挂系统能够提供较低的垂向刚度,及低频时产品能够适应线路的垂向高低不平的变化,大的垂向刚度会造成列车脱轨;但高速行驶重载行驶时,要求一系悬挂系统能够提供较高的垂向刚度,及高频时阻断来此轨道的垂向振动,实现列车的平稳性。现有传统的纯橡胶锥形弹簧的无法实现多变化性能的要求。通常,轴箱弹簧由钢弹簧或者橡胶弹簧结构提供所需的垂向刚度,而吸收轮轨及车辆上的振动则是通过外联多套油压减振器提供阻尼来实现。此种轴箱弹簧的构造方式占用的安装空间较大,与此同时,由于实现减振与提供阻尼的部件的安装位置存在差异,还容易出现偏载的情况。

[0003] 为解决上述问题,现有技术采用了在锥形弹簧内部设计内置橡胶囊的方式,且主要是利用空气通过节流孔所产生的阻尼力来消耗振动能量,实现减振作用。此种方式存在的不足之处是:在实施的过程中需要提供单独的压力气源,由此会增加构架的结构负担。又因为锥形弹簧内部空间有限,导致内置气囊的内容积受限,很难通过节流孔的方式实现较大的阻尼。此外,内置气囊的密封性要求较高,实现密封及安装的难度较大。

### 发明内容

[0004] 本发明提供的复合锥形橡胶弹簧及其刚度设计方法,充分发挥锥形橡胶弹簧中橡胶体的弹性支撑作用和液压阻尼机构的动态硬化作用,满足高速行驶重载行驶时一系悬挂系统垂向刚度提升的需求,提高列车的运行平稳性,保证复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度在承载过程中的动态变化满足变刚度需求。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 复合锥形橡胶弹簧,包括锥形橡胶弹簧,其特征在于:所述的锥形橡胶弹簧中密封设置液压阻尼机构,液压阻尼机构随锥形橡胶弹簧的垂向承载而产生动态阻尼,为锥形橡胶弹簧提供动态刚度。

[0007] 优选的,所述的液压阻尼机构沿中轴线密封设置,包括注入油液且可变形的主腔室和未注入液压油且不可变形的负腔室,主腔室和负腔室通过阻尼流道联通,主腔室中的油液随锥形橡胶弹簧的垂向承载而流入负腔室中,形成阻尼力。

[0008] 优选的,所述的锥形橡胶弹簧包括外套、芯轴以及硫化在外套和芯轴之间的橡胶体,外套下端通过外底板密封,芯轴下端通过内底板密封,内底板、橡胶体下型面和外底板之间合围形成主腔室,负腔室开设在芯轴内。

[0009] 优选的,所述的内腔室内装有弹力组件,弹力组件抵在内底板上且随主腔室的压

力增大而运动,使阻尼流道的油液流量增大。

[0010] 优选的,所述的弹力组件包括弹簧和抵在内底板上的阻尼板,弹簧将阻尼板压紧在内底板上,且阻尼板与芯轴密封配合,阻尼通道从内底板延伸至阻尼板。

[0011] 优选的,所述的内底板中心开有大通孔,阻尼板中心开有直径小于大通孔的小通孔,大通孔与小通孔同轴联通形成阻尼通道。

[0012] 优选的,装车状态下橡胶体预压缩,油液充满主腔室且主腔室的油压小于弹簧的弹力。

[0013] 优选的,所述的负腔室呈从下至上直径逐渐增大的锥形腔,弹簧上端与芯轴固定,下端与阻尼板固定。

[0014] 以上所述的复合锥形橡胶弹簧的刚度设计方法,其特征在于:根据车辆线路路况、运行车速和安装空间尺寸,设计液压阻尼机构的阻尼特性,以设计复合锥形橡胶弹簧的动态刚度,使所述复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度随承载的变化而变化。

[0015] 优选的,“设计液压阻尼机构的阻尼特性,以设计复合锥形橡胶弹簧的动态刚度”是指:设计所述的复合锥形橡胶弹簧在自由状态下主腔室的体积以及主腔室中油液的容量,使所述的复合锥形橡胶弹簧在装车状态下主腔室适好被油液充满,在垂向承载时即产生阻尼力形成动态刚度;设计所述弹簧的刚度,以设计液压阻尼机构产生的最大阻尼力,设计大通孔和小通孔的直径,以设计承载过程中液压阻尼机构的阻尼力变化过程和复合锥形橡胶弹簧垂向刚度的动态变化过程。

[0016] 发明的有益效果是:

[0017] 本发明在锥形橡胶弹簧中设置液压阻尼机构,这种设计能够充分发挥锥形橡胶弹簧中橡胶体的弹性支撑作用和液压阻尼机构的动态硬化作用。在轨道车辆低速过曲线时,复合锥形橡胶弹簧激励频率较低,此时主要是由锥形橡胶弹簧中橡胶体本身的弹性支撑作用来提供刚度;而当轨道车辆高速直线段运行时激励频率增加,此时液压阻尼机构里面的油液因来不及流动而产生阻尼力,提供动态刚度,使得复合锥形橡胶弹簧垂向刚度明显提升,满足高速行驶重载行驶时一系悬挂系统垂向刚度提升的需求。

[0018] 液压阻尼机构设计在锥形橡胶弹簧中,其中主腔室位于橡胶体下型面负腔室开设在芯轴中,液压阻尼机构成型结构简单易于密封,不增加锥形橡胶弹簧的空间占用率,对安装空间的要求低;主腔室和负腔室之间的阻尼流道设置在芯轴下端,当垂向载荷较小时橡胶体向下变形小,液压阻尼机构的阻尼力小提供动态刚度小,垂向载荷增加过程中随橡胶体的向下变形增大使主腔室油压增大,油液经阻尼流道流入负腔室中,阻尼流道的初始宽度小油液流量小,使液压阻尼机构的阻尼力增大提供的动态刚度增大,当主腔室中油压大于弹簧的弹力时阻尼板被顶开,阻尼流道的宽度增大油液流量增大,阻尼力逐渐减小动态刚度逐渐降低,以限定复合锥形橡胶弹簧的最大垂向刚度,保证复合锥形橡胶弹簧的减振能力,提高列车的运行平稳性。

[0019] 根据车辆线路路况、运行车速和安装空间尺寸,设计所述的复合锥形橡胶弹簧在自由状态下主腔室的体积以及主腔室中油液的容量,使装车状态下橡胶体预压缩时主腔室适好被油液充满,在垂向承载时即产生阻尼力形成动态刚度,保证液压阻尼机构的阻尼特性的灵敏度,以提高复合锥形橡胶弹簧动态刚度的灵敏度;设计所述弹簧的刚度,以设计液压阻尼机构产生的最大阻尼力,有效避免动态刚度持续增大造成复合锥形橡胶弹簧减振失

效,设计大通孔和小通孔的直径,以设计承载过程中液压阻尼机构的阻尼力变化过程和复合锥形橡胶弹簧垂向刚度的动态变化过程,保证复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度在承载过程中的动态变化满足变刚度需求。

### 附图说明

[0020] 图1为本发明的复合锥形橡胶弹簧在自由状态下的示意图。

[0021] 图2为复合锥形橡胶弹簧由自由状态变为装车状态主腔室的变化示意图。

### 具体实施方式

[0022] 下面结合图1~2对本发明的实施例做详细说明。

[0023] 复合锥形橡胶弹簧,包括锥形橡胶弹簧1,其特征在于:所述的锥形橡胶弹簧1中密封设置液压阻尼机构2,液压阻尼机构2随锥形橡胶弹簧1的垂向承载而产生动态阻尼,为锥形橡胶弹簧1提供动态刚度。

[0024] 以上所述的复合锥形橡胶弹簧在锥形橡胶弹簧1中设置液压阻尼机构2,这种设计能够充分发挥锥形橡胶弹簧1中橡胶体的弹性支撑作用和液压阻尼机构2的动态硬化作用。在轨道车辆低速过曲线时,复合锥形橡胶弹簧激励频率较低,此时主要是由锥形橡胶弹簧1中橡胶体本身的弹性支撑作用来提供刚度;而当轨道车辆高速直线段运行时激励频率增加,此时液压阻尼机构2里面的油液因来不及流动而产生阻尼力,提供动态刚度,使得复合锥形橡胶弹簧垂向刚度明显提升,满足高速行驶重载行驶时一系悬挂系统垂向刚度提升的需求。

[0025] 其中,所述的液压阻尼机构2沿中轴线密封设置,包括注入油液且可变形的腔室21和未注入液压油且不可变形的腔室22,腔室21和腔室22通过阻尼流道23联通,腔室21中的油液随锥形橡胶弹簧1的垂向承载而流入腔室22中,形成阻尼力。腔室21、腔室22和阻尼流道23成型锥形橡胶弹簧1中且沿中轴线连接,其设置方向与车辆行驶方向相同,满足车辆行驶方向的复合锥形橡胶弹簧的变刚度要求。

[0026] 所述的锥形橡胶弹簧1包括外套11、芯轴12以及硫化在外套11和芯轴12之间的橡胶体13,外套11下端通过外底板14密封,芯轴12下端通过内底板15密封,内底板15、橡胶体13下型面和外底板14之间合围形成腔室21,腔室22开设在芯轴12内。外底板14将外套11下端密封,内底板15将芯轴12下端密封,只需设置外底板14和内底板15就可在锥形橡胶弹簧上形成液压阻尼机构,内底板15上开设阻尼流道23,油液通过阻尼流道23在两个腔室间流动,形成阻尼力,产生垂向的动态刚度,液压阻尼机构的成型简单,与锥形橡胶弹簧形成整体,一体安装,不改变锥形橡胶弹簧的外型和结构,不增加锥形橡胶弹簧的尺寸及体积,对安装空间的要求低,实用性强。

[0027] 其中,所述的腔室21内装有弹力组件24,弹力组件24抵在内底板15上且随腔室21的压力增大而运动,使阻尼流道23的油液流量增大。弹力组件24的设置产生卸荷的作用,当腔室21内的油压大于弹力组件24的压力时,推动弹力组件24运动使阻尼流道23流量增大,油液以更大流量流至腔室22中,使腔室21的油压降低,阻尼力减小,产生的垂向动态刚度下降,弹力组件24的设计即对垂向动态刚度的最大值进行限定,避免因垂向刚度过大而使复合锥形橡胶弹簧失去减振效果。

[0028] 其中,所述的弹力组件24包括弹簧241和抵在内底板15上的阻尼板242,弹簧241将阻尼板242压紧在内底板15上,且阻尼板242与芯轴12密封配合,阻尼通道23从内底板延伸至阻尼板。

[0029] 所述的内底板15中心开有大通孔151,阻尼板242中心开有直径小于大通孔151的小通孔243,大通孔151与小通孔243同轴联通形成阻尼通道。在阻尼板242抵在内底板15上时阻尼通道23的宽度等于小通孔243的直径,此时油压流量小,当橡胶体下压变形时经小通孔243流至负腔室22中的油液小,油液来不及从主腔室21流至负腔室22,导致主腔室21的油压增大,阻尼力增大,垂向刚度增大,当主腔室21中的油压大于弹簧241的弹力时,油液会顶开阻尼板242,油液经大通孔151流至负腔室中,油液流量增大使主腔室21内的压力减少,形成卸荷,阻尼力减少,垂向刚度下降。

[0030] 液压阻尼机构2设计在锥形橡胶弹簧1中,其中主腔室21位于橡胶体下型面负腔室开设在芯轴中,液压阻尼机构2成型结构简单易于密封,不增加锥形橡胶弹簧的空间占用率,对安装空间的要求低;主腔室21和负腔室22之间的阻尼流道23设置在芯轴12下端,当垂向载荷较小时橡胶体13向下变形小,液压阻尼机构2的阻尼力小提供动态刚度小,垂向载荷增加过程中随橡胶体13的向下变形增大使主腔室21油压增大,油液经阻尼流道23流入负腔室11中,阻尼流道23的初始宽度小油液流量小,使液压阻尼机构2的阻尼力增大提供的动态刚度增大,当主腔室21中油压大于弹簧的弹力时阻尼板被顶开,阻尼流道23的宽度增大油液流量增大,阻尼力逐渐减小垂向刚度逐渐降低,以限定复合锥形橡胶弹簧的最大垂向刚度,保证复合锥形橡胶弹簧的减振能力,提高列车的运行平稳性。

[0031] 其中,装车状态下橡胶体13预压缩,油液充满主腔室21且主腔室21的油压小于弹簧241的弹力。如图1所示,自由状态下,主腔室21的体积为约 $A_1$ 。为了结构简单可靠可行,将负腔室设置在锥形弹簧芯轴内,在保证强度前提下负腔室22的体积 $A_2$ 。如图2所示,产品从自由状态到装车状态,芯轴12需要下降25mm左右,通过有限元预判橡胶型面下降的位置,主腔室21会由 $A_1$ 变为 $A_3$ ,变化量 $A_1 - A_3$ ,该变化量大于负腔室22的体积 $A_2$ 。

[0032] 因此为了控制油液总量,自由状态下主腔室21未注满;根据根据装车状态下芯轴12下降的位移,确定注入的油液的体积为 $A_3$ ,保证装车状态下油液充满主腔室21,负腔室22仍为空腔,使装车状态下橡胶体预压缩时主腔室21适好被油液充满,在垂向承载时即产生阻尼力形成动态刚度,保证液压阻尼机构2的阻尼特性的灵敏度,以提高复合锥形橡胶弹簧动态刚度的灵敏度。

[0033] 其中,所述的负腔室22呈从下至上直径逐渐增大的锥形腔,在低速小载荷小负腔室22中的油液易于重新流回主腔室21中,弹簧241上端与芯轴12固定,下端与阻尼板242固定,保证弹簧241的安装稳定性和有效性。

[0034] 以上所述的复合锥形橡胶弹簧的刚度设计方法,其特征在于:根据车辆线路路况、运行车速和安装空间尺寸,设计液压阻尼机构2的阻尼特性,以设计复合锥形橡胶弹簧的动态刚度,使所述复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度随承载的变化而变化。

[0035] 其中,“设计液压阻尼机构的阻尼特性,以设计复合锥形橡胶弹簧的动态刚度”是指:设计所述的复合锥形橡胶弹簧在自由状态下主腔室21的体积以及主腔室21中油液的容量,使所述的复合锥形橡胶弹簧在装车状态下主腔室21适好被油液充满,在垂向承载时即产生阻尼力形成动态刚度;设计所述弹簧241的刚度,以设计液压阻尼机构2产生的最大阻

尼力,设计大通孔和小通孔的直径,以设计承载过程中液压阻尼机构的阻尼力变化过程和复合锥形橡胶弹簧垂向刚度的动态变化过程。

[0036] 根据车辆线路路况、运行车速和安装空间尺寸,设计所述的复合锥形橡胶弹簧在自由状态下主腔室21的体积以及主腔室21中油液的容量,使装车状态下橡胶体预压缩时主腔室21恰好被油液充满,在垂向承载时即产生阻尼力形成动态刚度,保证液压阻尼机构的阻尼特性的灵敏度,以提高复合锥形橡胶弹簧动态刚度的灵敏度;设计所述弹簧241的刚度以设计液压阻尼机构产生的最大阻尼力,有效避免动态刚度持续增大造成复合锥形橡胶弹簧减振失效,设计大通孔和小通孔的直径,以设计承载过程中液压阻尼机构2的阻尼力变化过程和复合锥形橡胶弹簧垂向刚度的动态变化过程,保证复合锥形橡胶弹簧的垂向刚度在承载过程中的动态变化满足变刚度需求。

[0037] 以上结合附图对本发明的实施例的技术方案进行完整描述,需要说明的是所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

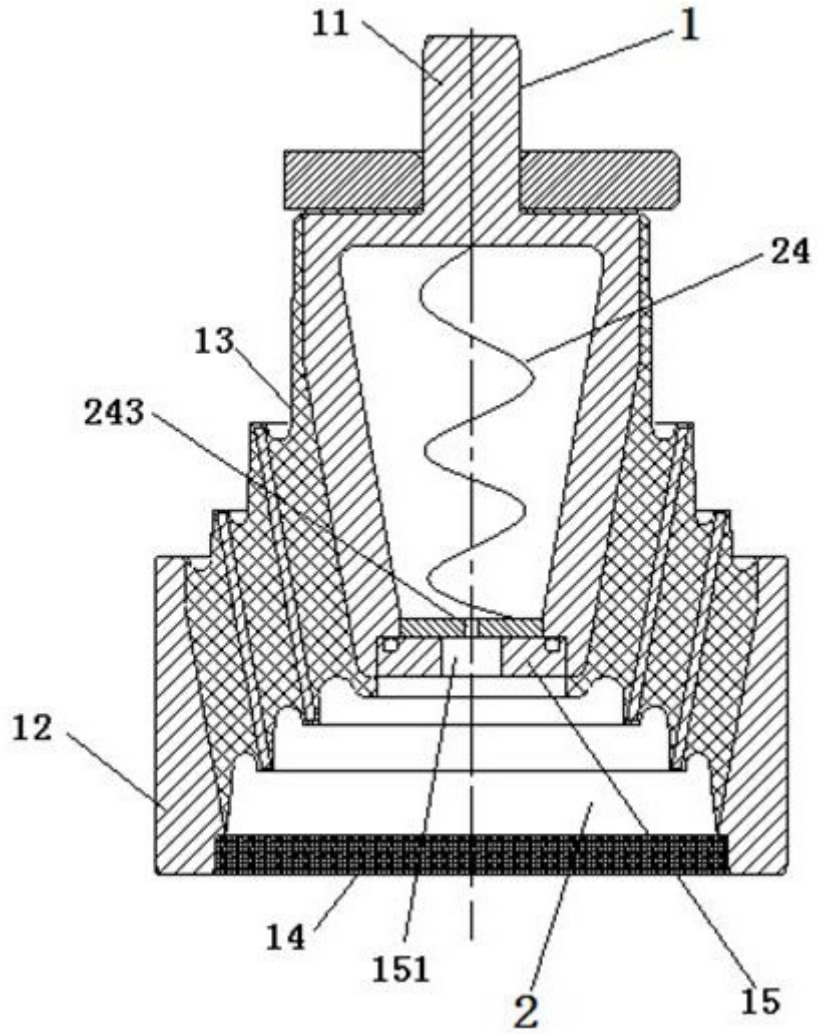


图 1

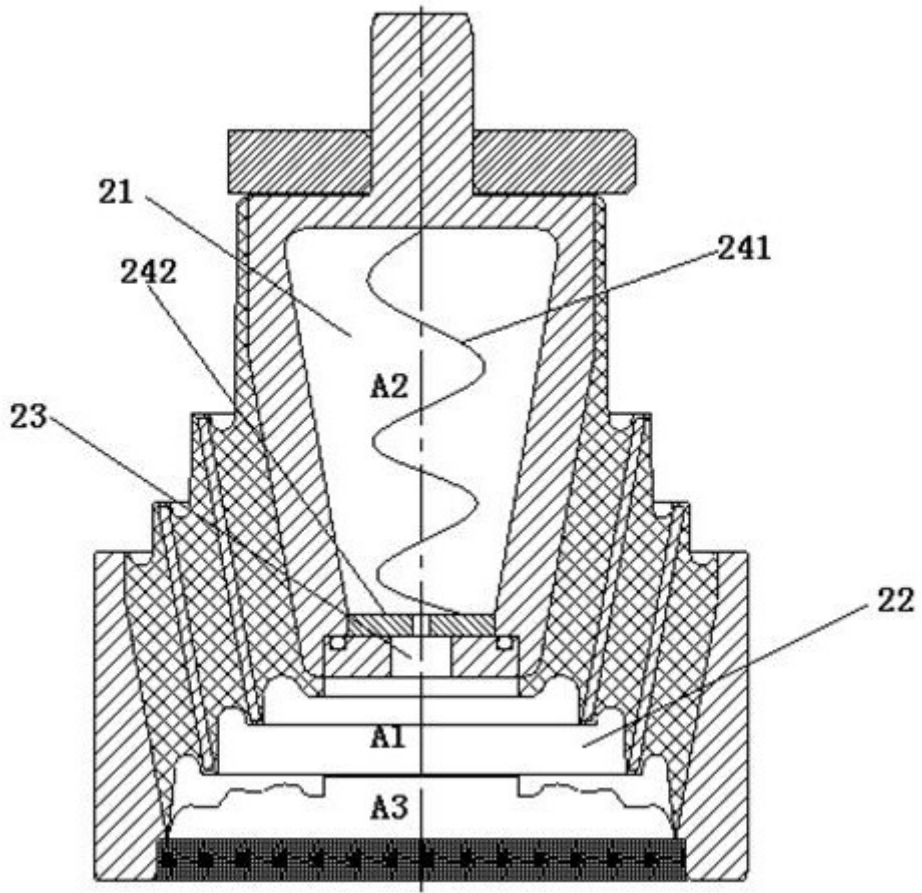


图 2