



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110822010 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201910731714.2

(22)申请日 2019.08.08

(30)优先权数据

16/100,050 2018.08.09 US

(71)申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市

(72)发明人 弗拉基米尔·V·科科托维奇

弘泰·埃里克·曾 徐立

凯尔·西蒙斯

(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有

限公司 11278

代理人 刘小峰

(51)Int.Cl.

F16F 13/00(2006.01)

B60G 15/06(2006.01)

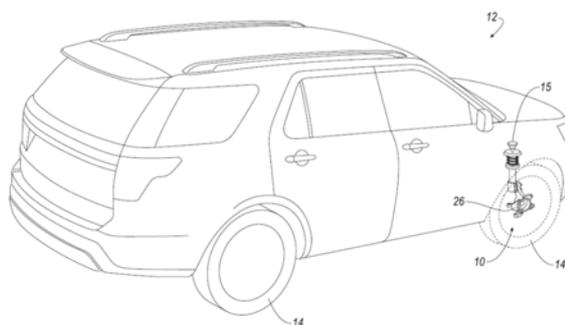
权利要求书1页 说明书12页 附图15页

(54)发明名称

车辆减振器

(57)摘要

本公开提供了“车辆减振器”。一种车辆减振系统包括车轮、车身、第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器。所述第三吸收器附接到所述车身。所述第一吸收器位于所述第三吸收器与所述车轮之间。所述动态吸收器附接到所述车轮，并且包括动态吸收器质量块和弹簧。



1. 一种系统,包括:  
车轮;  
车身;  
第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器;  
所述第三吸收器附接到所述车身;  
所述第一吸收器位于所述第三吸收器与所述车轮之间;并且  
所述动态吸收器附接到所述车轮,并且包括动态吸收器质量块和弹簧。
2. 如权利要求1所述的系统,其中所述动态吸收器限定环形腔,并且所述动态吸收器质量块设置在所述环形腔中。
3. 如权利要求1所述的系统,其中所述动态吸收器与所述第一吸收器平行地附接到所述车轮。
4. 如权利要求1所述的系统,其中所述动态吸收器设置在所述第一吸收器的外表面周围。
5. 如权利要求1所述的系统,其中所述动态吸收器与所述第一吸收器和所述第三吸收器同轴。
6. 如权利要求1所述的系统,其中所述第一吸收器是半主动减振器。
7. 如权利要求1所述的系统,其中所述第一吸收器被设计为衰减第一频率范围内的多个频率,所述动态吸收器被设计为衰减第二频率范围内的多个频率,所述第三吸收器被设计为衰减第三频率范围内的多个频率,并且所述第二频率范围包括不在所述第一频率范围和所述第三频率范围中的任一者中的至少一个频率。
8. 如权利要求7所述的系统,其中所述车轮具有车轮共振频率,并且所述第二频率范围包括所述车轮共振频率。
9. 如权利要求7所述的系统,其中所述车身具有车身共振频率,其中所述第一频率范围包括所述车身共振频率。
10. 如权利要求1-9中任一项所述的系统,其中所述第一吸收器包括第一流体室和第二流体室。
11. 如权利要求10所述的系统,还包括将所述第一流体室连接到所述第二流体室的电磁阀。
12. 如权利要求1-9中任一项所述的系统,其中所述第一吸收器、所述动态吸收器和所述第三吸收器是整体的。
13. 如权利要求1-9中任一项所述的系统,其中所述第三吸收器是低振幅、高频率吸收器。
14. 如权利要求1-9中任一项所述的系统,其中所述动态吸收器质量块和所述弹簧被调节到指定频率。
15. 如权利要求14所述的系统,其中所述指定频率是车轮共振频率。

## 车辆减振器

### 技术领域

[0001] 本公开的各方面总体上涉及车辆减振器。

### 背景技术

[0002] 车辆在行驶时会承受振动。例如，不平坦的路面可能引起车轮竖直移动，从而导致车轮和车身振动。振动可以通过其他车辆部件传播并且可以被乘坐者感觉到。车轮具有与车身的共振振动频率不同的共振振动频率。增加在车身的共振频率下的振动吸收可能减少在车轮的共振频率下的振动吸收。

[0003] 车辆可以包括悬架系统来吸收振动。然而，悬架系统难以充分吸收不同的特征频率。仍有机会设计用于车辆的减振系统，该系统吸收很宽的频率和幅度范围内的振动来克服车轮和车身的冲突性振动。

### 发明内容

[0004] 一种系统包括车轮、车身、第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器。第三吸收器附接到车身。第一吸收器位于第三吸收器与车轮之间。动态吸收器附接到车轮。动态吸收器包括动态吸收器质量块和弹簧。

[0005] 第一吸收器可以包括电磁阀。

[0006] 动态吸收器可以限定环形腔。动态吸收器质量块可以设置在该环形腔中。

[0007] 动态吸收器可以与第一吸收器平行地附接到车轮。

[0008] 动态吸收器可以设置在第一吸收器的外表面周围。

[0009] 动态吸收器可以与第一吸收器和第三吸收器同轴。

[0010] 第一吸收器可以是半主动减振器。

[0011] 第一吸收器可以被设计为衰减第一频率范围内的多个频率。动态吸收器可以被设计为衰减第二频率范围内的多个频率。第三吸收器可以被设计为衰减第三频率范围内的多个频率。第二频率范围可以包括不在第一频率范围和第三频率范围中的任一者内的至少一个频率。

[0012] 车轮具有车轮共振频率，并且第二频率范围可以包括车轮共振频率。

[0013] 车身具有车身共振频率，并且第一频率范围可以包括车身共振频率。

[0014] 第一吸收器可以包括第一流体室和第二流体室。

[0015] 该系统还可以包括将第一流体室连接到第二流体室的电磁阀。

[0016] 第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器可以是整体的。

[0017] 系统包括半主动减振器和动态吸收器。动态吸收器包括弹簧和动态吸收器质量块，该动态吸收器与半主动减振器同轴设置。

[0018] 该半主动减振器可以包括第一流体室和第二流体室。

[0019] 该系统还可以包括将第一流体室连接到第二流体室的电磁阀。

[0020] 该半主动减振器可以被设计为减小具有频率范围内的频率的振动的幅度。该动态

吸收器可以被设计为减小具有第二频率范围内的频率的振动的幅度。第二频率范围可以包括不在该频率范围内的至少一个频率。

[0021] 动态吸收器可以限定环形腔。动态吸收器质量块可以设置在该环形腔中。

[0022] 减振器总成包括第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器。动态吸收器包括动态吸收器质量块和弹簧。第三吸收器可附接到车身。动态吸收器可附接到车轮。第一吸收器附接到第三吸收器。第一吸收器可附接到车轮。第一吸收器是半主动减振器。动态吸收器质量块和弹簧被调节到指定频率。第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器是整体的。

[0023] 第三吸收器可以是低振幅、高频率吸收器。

## 附图说明

[0024] 图1是包括多个减振器的车辆的透视图。

[0025] 图2是车辆减振系统的示意图。

[0026] 图3是车辆减振系统的第二实施例的示意图。

[0027] 图4是车辆减振系统的横截面图。

[0028] 图5是图4的车辆减振系统的动态吸收器质量块的透视图。

[0029] 图6是车辆减振系统的第二实施例的横截面图。

[0030] 图7是图6的车辆减振系统的动态吸收器质量块的透视图。

[0031] 图8是不具有车辆减振系统的车辆的振动图。

[0032] 图9是具有车辆减振系统的车辆的振动图。

[0033] 图10是具有天钩 (sky hook) 控件的车辆减振系统的示意图。

[0034] 图11是被动减振器的横截面图。

[0035] 图12A是产生多个振动的多个力的图,每个振动具有不同的振幅。

[0036] 图12B是产生第二多个振动的第二多个力的图,每个振动具有不同的频率。

[0037] 图13是被动减振器的第二实施例的横截面图。

[0038] 图14是内部阀的横截面图。

[0039] 图15是第三吸收器的第二实施例的横截面图。

## 具体实施方式

[0040] 参考附图,其中类似的数字在若干视图中的各处指示类似的零件,车辆12中的车辆减振系统10、10' 包括车轮14,车身15,第一吸收器16、78、92,动态吸收器18、18' 和第三吸收器20、20'。第三吸收器20、20' 附接到车身15。第一吸收器16、78、92位于第三吸收器20、20' 与车轮14之间。动态吸收器18、18' 附接到车轮14,并且包括动态吸收器质量块22、22' 和弹簧24、24'。

[0041] 第一吸收器16、78、92,动态吸收器18、18' 和第三吸收器20、20' 吸收来自车身15和车轮14的在指定频率范围内的振动。动态吸收器18、18' 可以有利地减小具有第一吸收器16、78、92和第三吸收器20、20' 可能无法减小的频率的振动的幅度。因此,通过使用动态吸收器18、18' 来吸收未被第一吸收器16、78、92和第三吸收器20、20' 完全吸收的振动,可以应对吸收车轮14和车身15的振动的冲突性设计挑战。然后较少的振动传递到其他车辆部件。因此,车辆减振系统10、10' 隔离了感兴趣的整个道路输入范围,从而减小了车轮14和车身

15的振动。

[0042] 当车辆12在引起车轮14和车身15振动的不平坦路面上行驶时,车轮14以车轮共振频率振动,并且车身15以车身共振频率振动。车轮共振频率可以是10至12赫兹(Hz),并且车身共振频率可以是1至1.2Hz。不平坦路面产生到达车轮14并到达车身15的输入信号。当来自不平坦路面的能量使车轮14和车身15移动时,车轮14和车身15产生输出信号。每个振动都具有幅度和相位。幅度是由于扫描道路输入的频率而得到的振动振幅的放大倍数的量度。幅度以分贝(dB)为单位测量,其量化输出信号的振幅与输入信号的振幅之比。相位是输出信号相对于输入信号的延迟的量度。

[0043] 车身共振频率下的振动可以被车辆乘坐者感觉到。为了向车辆乘坐者提供更舒适的乘坐体验,悬架中的减振器可以被设计为吸收车身共振频率下的振动。摄像机和图像处理软件可以预览车辆12前方的道路,从而使悬架能够对不平坦的路面有所准备。摄像机和图像处理软件可以估计不平坦路面何时将到达前轮14和后轮14。

[0044] 吸收车身共振频率下的振动留下了在车轮共振频率下的振动,并且高于车身共振频率的振动保持不被吸收。未被吸收的频率可能影响车辆12的操纵,因而可以包括用于吸收这些频率的附加装置。此类装置可以包括例如液压装置、气动装置、液压-气动装置、机电装置等。高于20Hz的频率下的振动可以通过车身15传播并且引起可由车辆乘坐者察觉的可听噪声,即“二级平顺性(secondary ride)问题”。第一吸收器16、78、92,动态吸收器18、18'和第三吸收器20、20'吸收相应频率范围内的振动,以便向乘坐者提供舒适的乘坐体验、改善车辆12的操纵性和舒适性,并且减小可听噪声以解决二级平顺性问题。

[0045] 减振器可以被分类为“被动”、“主动”和“半主动”中的一种。“被动”减振器吸收振动,而不会向该被动减振器引入附加的输入。被动减振器的部件的特性决定了该被动减振器吸收振动的能力。这些特性可以包括例如:液压流体的粘度、弹簧的刚度、吸收器质量块的质量等。例如,被动减振器可以是双管式减振器,包括第一管、第二管、设置在第二管中的活塞、连接第一管和第二管的流体孔口,以及通过该流体孔口在第一管与第二管之间移动的液压流体。液压流体的粘度和活塞的质量可以决定该双管式减振器的特性。

[0046] “主动”减振器包括引入能量吸收介质以减小被主动减振器吸收的振动的部件。该能量吸收介质可以是附加的液压流体。例如,主动减振器可以包括液压致动器、能量源(例如泵)、第一管、第二管,以及设置在第二管中的活塞。液压致动器可以将液压流体从流体存储器移动到第一管和第二管中的一个,从而增大液压流体压力并减慢活塞,因此吸收附加的振动。

[0047] “半主动”减振器包括主动控制半主动减振器的至少一部分但不增加能量来吸收振动的部件。半主动减振器可以包括可动部分,这些可动部分调节半主动减振器的阻尼特征,又不主动增加能量来吸收振动。例如,半主动减振器可以是半主动双管式减振器,其包括阀、控制器、第一管、第二管和设置在第二管中的活塞。阀可以将双管式减振器的第一管连接到双管式减振器的第二管,并且控制器可以被编程为选择性地打开和关闭阀以允许流体在第一管与第二管之间移动。流体在第一管与第二管之间移动可以减慢活塞吸收附加振动的移动。

[0048] 半主动和主动悬架控件(诸如天钩悬架系统)可以包括主动减振器和主动控件来吸收来自车身15的振动。主动悬架使用传感器来获得用于反馈控制的信号。传感器在收集

数据时有时间延迟。当车轮14接触不平坦的路面时,主动悬架的时间延迟可能大于车轮14振动的时间,因此主动悬架可能不会彻底减小车轮14的振动。

[0049] 如图1所示,车辆12包括车辆减振系统10。如图4和图6所示,车辆12包括车身15。车辆可以具有车身车架分离式构造(也称为驾驶室车架分离式构造)。换句话说,车辆12包括车身15和车架,它们是分开的部件,即是模块化的,并且车身15支撑在车架上并附连到车架。作为图中未示出的另一个实例,车辆架构可以是一体式构造,即整体式车身构造,其中车身15和车架是整体的。车身15和/或车架可以由任何合适的材料(例如,钢、铝等)形成。

[0050] 车辆12包括车轮14。车轮14是可旋转的部件,其接合道路以移动车辆12。车轮14可以包括与道路接触的轮胎,并且当车轮14旋转时,车轮14可以拉动车身15。车轮14包括转向节26,如图1、图4、图6所示。转向节26将车轮14的轮毂(未示出)连接到车辆减振系统10。转向节26可以将转向齿条(未示出)连接到轮毂,并且可以将来自转向齿条的运动传递到轮毂,从而转动车轮14以使车辆12转向。如图1所示,车辆12可以包括多个车轮14,例如,图1所示的两个车轮14和被车辆12的乘客舱隐藏起来的两个车轮14,共计四个车轮14。当车轮14沿道路移动时,道路的不平坦表面可能导致车轮14振动。不平坦的表面和后续的振动可能由例如道路坡度的变化、道路中的裂缝、坑洼、减速带、砾石等引起。车轮14可以由例如金属、金属合金、聚合物、碳纤维、复合材料等构成。车轮14具有的质量可以取决于例如车轮14的尺寸、构造车轮14的材料等。车轮14的共振频率基于车轮14的质量和轮胎弹性系数,如下所述。

[0051] 如图2所示,车辆减振系统10可以用示意图表示。在图2中,车轮14被表示为用弹簧连接到地面,使得振动将被传递到第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20。第一吸收器16和第三吸收器20被展示为弹簧-阻尼装置,并且串联布置。第三吸收器20连接到车身15和第一吸收器16。第一吸收器16连接到第三吸收器20和车轮14。动态吸收器18被展示为围绕第一吸收器16和第三吸收器20。

[0052] 如图3所示,车辆减振系统10'可以用示意图表示。在图3中,车轮14被表示为用弹簧连接到地面。第一吸收器16和第三吸收器20被展示为弹簧-阻尼装置,并且串联布置。第一吸收器16连接到第三吸收器20和车轮14。动态吸收器18'可与第一吸收器16平行地附接到车轮14。

[0053] 车辆减振系统10、10'包括第一吸收器16,如图4和图6所示。第一吸收器16可附接到车轮14。第一吸收器16可以连接到转向节26,如图4和图6所示。作为替代,第一吸收器16可以在合适的位置处连接到车轮14。例如,可以不用于使车辆12转向的后轮14可以没有转向节26,并且第一吸收器16可以在不同的位置(例如,车轮总成、车轮轴承壳体等)处连接到车轮14。第一吸收器16可以被设计为吸收具有从0至30(rad/s)(约0至5Hz)的频率和从40至60分贝(dB)的幅度的振动。第一吸收器16可以吸收车身15的幅度较高但频率较低的振动。第一吸收器16可以包括吸收质量块28和液压流体30。当吸收质量块28在液压流体30中由于振动而移动时,吸收质量块28产生粘性摩擦,从而减小振动的幅度。吸收质量块28可以是活塞。

[0054] 第一吸收器16可以包括第一流体室32和第二流体室34。第一流体室32可以是圆柱形管。第二流体室34可以是圆柱形管。第二流体室34可以设置在第一流体室32中。第一流体室32和第二流体室34可以容纳液压流体30。吸收质量块28可以设置在第二流体室34中。吸

收质量块28可以成形为在第二流体室34中移动。例如,吸收质量块28可以是圆柱形的。吸收质量块28可以在第二流体室34中轴向移动,从而与液压流体30产生粘性摩擦以吸收振动。

[0055] 第一吸收器16可以是半主动减振器。第一吸收器16可以包括将第一流体室32连接到第二流体室34的阀36、116。阀36、116可以是例如电磁阀。控制器(未示出)可以选择性地打开阀36、116,从而允许液压流体30从第一流体室32移动到第二流体室34。当吸收振动时,阀36、116可以允许液压流体30从第一流体室32移动到第二流体室34,然后从第二流体室34移动到第一流体室32。当液压流体30在第一流体室32与第二流体室34之间移动时,液压流体30的吸收特性可以变化,从而允许液压流体30从吸收质量块28吸收附加的振动能量。例如,第二流体室34中的液压流体30的压力可以增大,从而从吸收质量块28吸收更多的附加能量。液压流体30可以吸收指定频率的振动,从而增加第二吸收器18对振动的吸收。

[0056] 图4和图6示出了设置在第一流体室32和第二流体室34外部的阀36。作为替代,如图14所示,阀116可以设置在第二流体室34中。阀116包括通道118,这些通道118允许液压流体30在第一流体室32与第二流体室34之间移动。如上所述,控制器可以打开通道118,以控制液压流体30在第一流体室32与第二流体室34之间的流动。

[0057] 如图4和图6所示,车辆减振系统10可以包括螺旋弹簧44、上部板46和下部板48。螺旋弹簧44可以吸收来自车轮14的振动。螺旋弹簧44可以附接到上部板46。第一吸收器16可以附接到上部板46。第三吸收器20可以附接到上部板46。上部板46可以设置在第一吸收器16与第三吸收器20之间。下部板48可以附接到第一吸收器16的外表面42。螺旋弹簧44可以附接到下部板48。螺旋弹簧44可以设置在上部板46与下部板48之间。当车轮14接收振动时,第一吸收器16可以使下部板48朝向上部板46移动,从而压缩螺旋弹簧44。螺旋弹簧44的压缩吸收来自振动的至少一部分能量,从而减少上部板46的运动,并且减少传递到车身15的振动的量。

[0058] 如图11所示,第一吸收器可以是被动双管式减振器78。被动双管式减振器78包括外部管80和内部管82。被动双管式减振器78包括设置在内部管82中的吸收质量块79。吸收质量块79包括杆84和活塞86。活塞86限定通道87,这些通道87允许液压流体30穿过活塞86。内部管82包括液压流体30。吸收质量块79沿内部管82移动,从而将能量耗散到液压流体30中。外部管82包括液压流体30和吸收器气体88。吸收器气体88可以是氮气。被动双管式减振器78包括基座阀90。基座阀90包括通道91,这些通道91允许液压流体在外部管80与内部管82之间移动。

[0059] 在接收振动时,被动双管式减振器78经受压缩和回弹。在压缩过程中,杆84被压下并朝向基座阀90移动,活塞86与基座阀之间的液压流体30的压力增大。液压流体30移动穿过通道87、穿过活塞86,然后穿过基座阀90进入外部管80中。液压流体30增大吸收器气体88中的压力。

[0060] 在回弹过程中,杆84和活塞86移动背离基座阀90,从而增大了活塞86与内部管82的上部端部之间的液压流体30的压力。液压流体30移动穿过活塞86的通道87。液压流体30从外部管80移动穿过基座阀90进入内部管82中,从而使内部管82中的压力同活塞86与基座阀90之间的压力相等。泵送的液压流体30的体积主要取决于活塞86的位移 $x$ ,并且流动强度主要取决于活塞86相对于内部管84的速度 $v$ 。活塞86的运动阻力取决于作用在活塞86上的压力以及干摩擦力和粘性摩擦力的合力。

[0061] 图12A至图12B示出了由活塞86在被动双管式减振器78中的位移 $x$ 所产生的力 $F_p$ 。力 $F_p$ 以牛顿(N)为单位绘制,位移 $x$ 以厘米(cm)为单位绘制。图12A至图12B示出了在其基座阀90具有2巴开启压力的被动双管式减振器78中的力 $F_p$ ,所述开启压力即超过基座阀90允许流体流动的压力。图12A示出了四次施加的振动1、2、3、4的力 $F_p$ 。图12A中的每次振动1、2、3、4都具有为2Hz的频率。图12A中的每次振动具有不同的振幅 $a$ :振动1具有为2cm的振幅 $a$ ,振动2具有为3cm的振幅 $a$ ,振动3具有为4cm的振幅 $a$ ,振动4具有为5cm的振幅 $a$ 。图12B示出了四次施加的振动1、2、3、4的力 $F_p$ 。图12B中的每次振动1、2、3、4都具有为2cm的振幅 $a$ 。图12B中的每次振动具有不同的频率 $f$ :振动1具有为2Hz的频率 $f$ ,振动2具有为3Hz的频率 $f$ ,振动3具有为4Hz的频率 $f$ ,振动4具有为5Hz的频率 $f$ 。

[0062] 图12A至图12B示出了力 $F_p$ 在被动双管式减振器78的压缩和回弹期间的变化。例如,如图12A所示,具有为3cm的振幅 $a$ 和为2Hz的频率 $f$ 的振动2在压缩和回弹期间具有介于-3cm与3cm之间的位移 $x$ 并且产生介于-150N与150N之间的力 $F_p$ 。在另一个实例中,如图12B所示,具有为2cm的振幅 $a$ 和为3Hz的频率 $f$ 的振动2在压缩和回弹期间具有介于-2cm与2cm之间的位移 $x$ 以及介于-150N与150N之间的力 $F_p$ 。如图12A至图12B所示,由位移 $x$ 产生的力 $F_p$ 可以是非线性的。

[0063] 图13示出了被动双管式减振器92的第二实施例。被动双管式减振器92包括外管94和内管96。活塞95在内管96中移动,从而在外管94与内管96之间推动液压流体30。被动双管式减振器92包括贮存器107。

[0064] 被动双管式减振器92包括一对止回阀98、99,实心行程回弹阀100、实心行程压缩阀102、高速回弹阀104和高速压缩阀106。止回阀98、99是单向阀,其防止液压流体30朝向贮存器107移动,从而迫使来自外管94和内管96的液压流体30穿过实心行程回弹阀100、实心行程压缩阀102、高速回弹阀104和高速压缩阀106。止回阀98允许液压流体30从贮存器107移动到外管94。止回阀99允许液压流体从贮存器107移动到内管96。

[0065] 在压缩期间,液压流体30从内管96朝向止回阀99、实心行程压缩阀102和高速压缩阀106移动。基于活塞95的移动速度,液压流体30可以流过实心行程压缩阀102和/或高速压缩阀106。

[0066] 在流过实心行程压缩阀102和/或高速压缩阀106时,液压流体30可以流到贮存器107中。贮存器107包括分隔活塞108,该分隔活塞108将液压流体30与压缩气体88分开。液压流体30可以流过实心行程压缩阀102和/或高速压缩阀106流向止回阀98。止回阀98允许液压流体30流向外管94。

[0067] 在回弹期间,液压流体30从外管94朝向止回阀98、实心行程回弹阀100和高速压缩阀106移动。基于活塞95的移动速度,液压流体30可以流过实心行程回弹阀100和/或高速回弹阀104到达贮存器。液压流体30可以穿过止回阀99流向内管96。

[0068] 被动双管式减振器92包括弹簧110、下部板112和上部板114。下部板112连接到活塞95。当被动双管式减振器92接收振动时,下部板112将弹簧110朝向上部板114压缩,从而使活塞95在内管96中移动。弹簧110吸收来自振动的能量。

[0069] 第一吸收器16、78、92可以是高幅度、低频率吸收器。如上所述,第一吸收器16、78、92可以附接到转向节26,该转向节26将振动传递通过第一吸收器16、78、92到达车身15。具有比车轮14更高的质量的车身15以低于车轮14的振动的频率并且以高于车轮14的振动的

幅度振动,如图8至图9所示。为了吸收车身15的振动,第一吸收器16、78、92被设计为吸收幅度较高且频率较低的振动。

[0070] 车辆减振系统10、10'包括动态吸收器18、18'。动态吸收器18、18'可以称为“第二”吸收器18、18'。图4示出了车辆减振系统10中的动态吸收器18第一实施例。图6示出了车辆减振系统10'中的动态吸收器18'第二实施例。动态吸收器18、18'包括动态吸收器质量块22、22'和弹簧24、24'。图4和图6示出了线性布置的弹簧24、24'和动态吸收器质量块22、22',动态吸收器质量块22、22'可以相对于弹簧24、24'线性移动。作为替代,尽管未在图中示出,但是弹簧24、24'可以是板片弹簧,并且动态吸收器质量块22、22'可以连接到弹簧24,使得动态吸收器质量块22、22'相对于弹簧24、24'摆动。确定动态吸收器质量块22、22'的质量和弹簧24、24'的刚度,使得动态吸收器18、18'具有基本上等于车轮共振频率的共振频率。例如,动态吸收器质量块22、22'可以基本上是车轮14的质量的10%。在另一个实例中,动态吸收器质量块22、22'可以小于车轮14的质量的10%。

[0071] 动态吸收器18、18'附接到转向节26。动态吸收器18、18'可以安装到转向节26,如图3和图5所示。作为替代,动态吸收器18、18'可以在合适的位置处附接到车轮14。例如,可以不用于使车辆12转向的后轮14可以没有转向节26,并且动态吸收器18、18'可以在不同的位置(例如,车轮总成、车轮轴承壳体等)处附接到车轮14。动态吸收器18、18'可以用紧固件(例如,螺栓、螺母、榫钉、销、压配合等)紧固到转向节26。作为替代,动态吸收器18、18'可以用中间紧固件(例如,托架、板等)安装到转向节26。动态吸收器18、18'可以被设计为吸收具有从30至120rad/s的频率的振动。动态吸收器18、18'可以吸收未被第一吸收器16、78、92和第三吸收器20、20'吸收的振动。动态吸收器18、18'可以吸收第一吸收器16、78、92和第三吸收器20、20'仅可以部分吸收的振动,从而增加对那些振动的吸收。动态吸收器18、18'可以被设计为吸收车轮14的共振频率下的振动,如下所述。例如,可以选择弹簧24、24'的刚度和动态吸收器质量块22、22'的质量,以吸收车轮14的共振频率下的振动。

[0072] 动态吸收器18、18'限定腔38、38'。动态吸收器质量块22、22'可以设置在腔38、38'中。腔38、38'可以包括液压流体40,诸如在第一吸收器16、78、92中使用的液压流体30。动态吸收器质量块22、22'和腔38、38'可以被设计为减小动态吸收器质量块22、22'与动态吸收器18、18'的内表面之间的摩擦,从而允许动态吸收器质量块22、22'在腔38、38'中更自由地移动。腔38可以是环形的,即被成形为环带,如图4所示。当腔38是环形的时,动态吸收器质量块22可以是环形的。如图5所示,动态吸收器质量块22具有内径D1和外径D2。内径D1大于第一吸收器16的直径,并且外径D2小于动态吸收器18的直径,从而允许动态吸收器质量块22在腔38内自由移动。

[0073] 作为另一个实例,腔38'可以是圆柱形的。当腔38'是圆柱形的时,动态吸收器质量块22'可以是圆柱形的。如图7所示,动态吸收器质量块22'的直径D小于动态吸收器18'的直径。如图5、图7所示,动态吸收器质量块22、22'可以具有高度H。可以确定直径D、D1、D2和高度H,以吸收具有特定频率(例如,车轮14的共振频率)的振动。

[0074] 动态吸收器18'可以与第一吸收器16平行地附接到车轮14,如图6所示。动态吸收器18'和第一吸收器16可以各自附接到车轮14,使得车轮14独立地将振动传递到动态吸收器18'和第一吸收器16中的每一者。因此,第一吸收器16由于振动而发生的移动可能不会影响动态吸收器18'对振动的吸收。

[0075] 动态吸收器18可以设置在第一吸收器16的外表面42周围,如图4所示。当动态吸收器18具有环形形状时,动态吸收器18可以定位成使得第一吸收器16设置在由环形形状限定的内部空间中。将动态吸收器18设置在第一吸收器16的外表面42周围可以减小动态吸收器16和第一吸收器16所需要的空间量。

[0076] 车辆减振系统10、10'包括第三吸收器20、20'。第三吸收器20、20'可以能够附接到车身15。第三吸收器20、20'可以是高频率、低振幅的吸收器。换句话说,第三吸收器20、20'可以吸收具有比被第一吸收器16、78、92吸收的振动和被动态吸收器18、18'吸收的振动的频率和振幅更高的频率和更低的振幅的振动。第三吸收器20、20'可以被设计为吸收具有从120至300弧度/秒(rad/s)(约10至50赫兹(Hz))的频率并且具有从0至20分贝(dB)的幅度的振动。也就是说,第三吸收器20、20'吸收车轮14的以下振动:这些振动可以比车身15的振动更快地振荡,但可以具有比车身的振动更低的振幅。

[0077] 如图4和图6所示,第三吸收器20可以包括上部壳体50和下部壳体52。上部壳体50可以相对于下部壳体52移动。当第三吸收器20接收振动时,上部壳体50和下部壳体52可以相对于彼此移动,从而吸收振动。

[0078] 第三吸收器20可以包括流体室上部壳体54和流体室下部壳体56,这两者限定流体室58。流体室上部壳体54可以设置在上部壳体50中。流体室下部壳体56可以设置在下部壳体52中。流体室58储存液压流体60。液压流体60可以是例如磁流变流体、油等。

[0079] 第三吸收器20可以包括头部62。头部62在上部壳体50内移动,从而吸收来自振动的附加能量。头部62可以附接到流体室上部壳体54。头部62可以包括周边带64和弹簧66。周边带64可以减少头部62的横向移动,例如,头部62背离轴线A的移动。周边带64可以由合适的材料(例如,橡胶、塑料等)构成。弹簧66可以附接到头部62和流体室上部壳体54。图4和图6中的弹簧66被示出为盘形弹簧,弹簧66可以是任何合适的类型,例如螺旋弹簧、盘形弹簧等。当第三吸收器20接收振动时,头部62可以沿轴线A移动,并且弹簧66可以吸收来自振动的能量。

[0080] 第三吸收器20可以包括分离器68。分离器68可以是将流体室上部壳体54与流体室下部壳体56分开的板。流体室上部壳体54和流体室下部壳体56可以限定通道70和轨道72。通道70和轨道72允许液压流体60在流体室58中移动。轨道72的尺寸可以小于通道70。

[0081] 分离器68与流体室上部壳体54和流体室下部壳体56分离,并且可以在通道70内自由浮动。当第三吸收器20接收振动时,流体室上部壳体54可以背离流体室下部壳体56移动,并且液压流体60的移动可以推压分离器68,从而阻塞通道70并迫使液压流体60移动穿过轨道72。由于轨道72的尺寸小于通道70,所以液压流体60中的压力增加,以使液压流体60移动穿过轨道72,从而增加了液压流体60对振动的吸收。分离器68、通道70和轨道72可以被设计为使得分离器68以特定频率(例如,在指定频率范围内的频率)阻塞通道70,并且允许液压流体60以特定频率(例如,在指定频率范围外的频率)移动穿过通道70。

[0082] 对于由道路输入引起的高幅度流体位移,流体室上部壳体54的移动可以将更多液压流体60推向通道70,从而移动分离器68并允许液压流体60在流体室上部壳体54与流体室下部壳体56之间移动穿过通道70。移动穿过通道70的量增加的液压流体60可以吸收来自振动的能量。

[0083] 第三吸收器20可以包括上部紧固件74和下部紧固件76。上部紧固件74可以将上部

壳体50附接到车身15。下部紧固件76可以将下部壳体52附接到上部板46。上部紧固件74和下部紧固件76可以是例如压配合榫钉、销、螺栓、螺钉等。上部紧固件74和下部紧固件76可以与轴线A对齐,从而使第三吸收器20与第一吸收器16对准。

[0084] 如图15所示,车辆减振系统10、10'可以包括第三吸收器20'的替代性实施例。第三吸收器20'包括橡胶弹簧120和壳体122。壳体122包括上部保持架124、下部保持架126和橡胶波纹管128。

[0085] 橡胶弹簧120和上部保持架124限定上部流体室130。下部保持架126和橡胶波纹管128限定下部流体室132。上部保持架124和下部保持架126限定惯性轨道134和通道136。惯性轨道134和通道136允许液压流体60在上部流体室130与下部流体室132之间移动。惯性轨道134可以引起液压流体60在上部流体室130与下部流体室132之间移动的时间延迟,从而吸收来自振动的能量。对于小的流体位移,该时间延迟可以减少第三吸收器20'内的流体波传播。惯性轨道134可以在液压流体60中产生流体摩擦,从而吸收来自振动的能量。

[0086] 第三吸收器20'包括设置在通道136中的分离器138。如上所述,分离器138可以是将上部流体室130与下部流体室132分开的板。分离器136与上部保持架124和下部保持架126分离,并且可以在通道138内自由浮动。当第三吸收器20'接收振动时,橡胶弹簧120可以朝向上部保持架126移动,并且液压流体60的移动可以推压分离器138,从而阻塞通道136并迫使液压流体60移动穿过惯性轨道134。由于惯性轨道134的尺寸小于通道136,所以液压流体60中的压力增加,以使液压流体60移动穿过惯性轨道134,从而增加了液压流体60对振动的吸收。

[0087] 对于由道路输入引起的大的流体位移,橡胶弹簧120的移动可以将更多的液压流体60推向通道136,从而移动分离器138并允许液压流体60在上部流体室130与下部流体室132之间移动穿过通道136。移动穿过通道70的量增加的液压流体60可以吸收来自振动的能量。

[0088] 分离器138、通道136和惯性轨道134可以被设计为使得分离器138以特定频率(例如,在指定频率范围内的频率)阻塞通道136,并且允许液压流体60以特定频率(例如,在指定频率范围外的频率)移动穿过通道136。

[0089] 橡胶波纹管128和壳体122限定空气室140。壳体122限定空气间隙142。液压流体60的移动可以将橡胶波纹管128推到空气室140中。空气间隙142允许空气移入和移出空气室140,从而维持空气室140中的大气压力,并且在没有来自空气室140中的空气的附加压力的情况下允许橡胶波纹管128移动。

[0090] 第三吸收器20'可以包括上部紧固件144和下部紧固件146。上部紧固件144可以将橡胶弹簧120附接到车身15。下部紧固件146可以将壳体122附接到上部板46。上部紧固件144和下部紧固件146可以是例如压配合榫钉、销、螺栓、螺钉等。上部紧固件144和下部紧固件146可以与轴线A对齐,从而使第三吸收器20'与第一吸收器16对准。

[0091] 第一吸收器16和第三吸收器20可以同轴附接,如图4和图6所示。也就是说,第一吸收器16和第三吸收器20可以沿着延伸穿过第一吸收器16和第三吸收器20的轴线A附接。通过将第一吸收器16同轴地附接到第三吸收器20,第一吸收器16和第三吸收器20可以基本上同时吸收振动,并且可以在车辆12中设置在比与第三吸收器20独立地附接第一吸收器16的情况更小的空间中。

[0092] 如图4所示,动态吸收器18可以与第一吸收器16和第三吸收器20同轴。如上所述,第一吸收器16和第三吸收器20可以沿轴线A同轴。动态吸收器18可以定位成与轴线A同轴,例如,当动态吸收器18设置在第一吸收器16的外表面周围时。当动态吸收器18与第一吸收器16和第三吸收器20同轴时,车辆减振系统10可以占据与动态吸收器18与第一吸收器16和第三吸收器20分离时相比更小的空间。

[0093] 如图4所示,第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20可以是整体的,即连接在一起并且各自都是整个单元的一部分。第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20可以直接连接在一起,其间没有任何中间部件。在第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20是整体的一个实例中,第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20作为一个单元是减振单元11。第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20连接在一起,并且在安装到车辆12之前作为一个单元一起移动,然后作为一个单元安装到车辆12。减振单元11可以被构造为可作为一个单元安装在车身15与转向节26之间的单个装置。减振单元11可以减小车身15与转向节26之间所占据的空间,从而减小车辆12中的有限可用空间中的包装尺寸。当第一吸收器16、动态吸收器18和第三吸收器20与轴线A同轴时,减振单元11的总宽度可以减小,从而当安装在车身15与转向节26之间时占用较小的空间。因此,减振单元11可以在占用较小的附加空间的情况下吸收振动。

[0094] 如图8至图9所示,车辆12可以吸收具有从0至600rad/s(约0至80Hz)的频率并且具有从0至60dB的幅度的振动。图8至图9水平地示出了减振单元11,从而示出了对应于被第一吸收器16、78、92,动态吸收器18、18'(也称为“第二”吸收器18、18')和第三吸收器20、20'中的每一者吸收的振动的频率范围。通过转向节26传递到车轮14和车身15的振动可能是由于道路的不平坦表面(例如,砾石、坑洼、减速带等)引起的。具有特定频率的振动可以具有比具有其他频率的振动更高的幅度。例如,图8的图示出了在其下的振动具有大于40dB的幅度的两个频率。这两个频率分别代表车身15和车轮14的共振频率 $f_{\text{车身}}$ ,  $f_{\text{车轮}}$ 。如上所述,车身共振频率 $f_{\text{车身}}$ 可以为约6至8rad/s(1至1.2Hz),并且车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 可以为约60至80rad/s(10至12Hz)。共振频率是由诸如车身15和车轮14的物体的物理参数确定的固有振动频率。当振动以共振频率或接近共振频率传递到物体时,振动使物体以共振频率振荡,从而增加被第一吸收器16、78、92,第二吸收器18、18'和第三吸收器20、20'吸收的整体振动的幅度。

[0095] 为了减小接近共振频率 $f_{\text{车身}}$ ,  $f_{\text{车轮}}$ 的振动幅度,第一吸收器16、78、92,第二吸收器18、18'和第三吸收器20、20'可以被设计为衰减具有特定频率范围内的频率的振动,即,以减小具有特定频率范围内的频率的振动的幅度。

[0096] 第一吸收器16、78、92可以被设计为衰减第一频率范围内的多个频率。图8至图9示出了减振单元11,其包括第一吸收器16。尽管未在图8至图9中示出,但是被动减振器78、92可以被设计为衰减第一频率范围中的多个频率。第一频率范围可以包括从0至30rad/s的频率。可以确定第一频率范围以吸收来自车身15的振动。也就是说,第一频率范围可以包括车身共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 。因此,第一吸收器16、78、92可以被设计为减小被车辆乘坐者感觉到的振动并且改善乘坐者的乘坐舒适度。

[0097] 第二吸收器18、18'可以被设计为衰减第二频率范围内的多个频率。图8至图9示出了减振单元11,其包括第二吸收器18。尽管未在图8至图9中示出,但是第二吸收器18'可以被设计为衰减第二频率范围中的多个频率。第二频率范围可以包括不在第一频率范围和第

三频率范围中的任一者内的至少一个频率,如下所述。第二频率范围可以包括从30至120rad/s的频率。第二频率范围包括车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 。车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 取决于车轮14的质量,例如,改变车轮14的质量的不同材料组成会改变车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 和轮胎弹性系数。换句话说,轮胎可以用作弹簧,并且该弹簧具有弹簧常数,即刚度。轮胎弹性系数是弹簧的弹簧常数。轮胎弹性系数可以取决于例如轮胎的材料组成、轮胎的充气程度等。第二吸收器18、18'可以被设计为具有第二频率范围以包括特定车轮14的车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ ,例如,可以确定动态吸收器质量块22、22'的质量和弹簧24、24'的刚度,使得第二吸收器18、18'的共振频率基本上等于车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 。

[0098] 第三吸收器20、20'可以被设计为衰减第三频率范围内的多个频率。图8至图9示出了减振单元11,其包括第三吸收器20。尽管未在图8至图9中示出,但是第三吸收器20'可以被设计为衰减第三频率范围中的多个频率。第三频率范围可以包括高于车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 的频率。第三频率范围可以包括介于120至300rad/s之间的频率。第三频率范围可以包括可以在车辆12中产生可听噪声的频率。因此,第三吸收器20、20'可以被设计为解决二级平顺性问题。

[0099] 如图9所示,第二吸收器18、18'可以减小具有接近车轮共振频率的频率(即,介于60至80rad/s之间)的振动的幅度。具有接近车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 的频率的振动的幅度可以从约60dB(如图8所示)减小到约-30dB(如图9所示)。振动幅度的减小可以减小车轮14在车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 下的振荡,从而降低车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 的共振效应。

[0100] 除了减小振动的幅度之外,第一吸收器16、78、92,第二吸收器18、18'和第三吸收器20、20'可以减小振动的相位。如上所述,相位是振动的输出信号相对于振动的输入信号的延迟的量度。第一吸收器16、78、92,第二吸收器18、18'和第三吸收器20、20'可以将相位减小到约90°或270°,从而减小对齐的波形并减小振动的幅度。

[0101] 车辆减振系统10可以与主动控制系统(例如,天钩控制系统)结合,如图10以示意图所示。在图10中,车身15被示出为连接到阻尼器,并且该阻尼器被示出为连接到顶棚(sky)中的线(表示为云)。天钩控制系统可以通过控制第一吸收器16的阀36、116以使液压流体30在第一吸收器16中移动,来衰减车身15的振动。为了衰减车轮14的振动,动态吸收器18、18'被设计为在没有来自天钩系统的输入的情况下衰减车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 下的振动。也就是说,动态吸收器18、18'被设计为使得动态吸收器质量块22、22'和弹簧24、24'的机械移动吸收车轮共振频率 $f_{\text{车轮}}$ 下的振动。因此,天钩控制系统和动态吸收器18、18'减小了车轮14和车身15的振动。作为替代,动态吸收器18、18'可以与不同的主动控制系统一起用于减小车轮14和车身15的振动。

[0102] 第三吸收器20、20'隔离高频率、低幅度的道路输入,如图8至图9所示。如上所述,高频率、低幅度的道路输入可以在车辆12中产生可听噪声。第三吸收器20、20'通过吸收高频率、低幅度的道路输入并减小车辆12中的可听噪声来解决二级平顺性问题。因此,第一吸收器16、78、92,动态吸收器18、18'和第三吸收器20、20'可以改善车辆乘坐者的乘坐舒适度、车辆12的操纵性,以及由于可听噪声产生的二级平顺性问题。

[0103] 已经以说明性方式描述了本公开,并且应当理解,已使用的术语意图本质上是描述性词语而非限制性词语。本文使用的数字形容词,例如“第一”和“第二”,仅用作标识符,并不指示所修饰名词的顺序或重要性。鉴于以上教导,本公开的许多修改和变化是可能的,

并且本公开可以按不同于具体描述的其他方式来实践。

[0104] 根据本发明,提供了一种系统,其具有:车轮;车身;第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器;第三吸收器附接到车身;第一吸收器位于第三吸收器与车轮之间;动态吸收器附接到车轮,并且包括动态吸收器质量块和弹簧。

[0105] 根据一个实施例,第一吸收器包括电磁阀。

[0106] 根据一个实施例,动态吸收器限定环形腔,并且动态吸收器质量块设置在该环形腔中。

[0107] 根据一个实施例,动态吸收器与第一吸收器平行地附接到车轮。

[0108] 根据一个实施例,动态吸收器设置在第一吸收器的外表面周围。

[0109] 根据一个实施例,动态吸收器与第一吸收器和第三吸收器同轴。

[0110] 根据一个实施例,第一吸收器是半主动减振器。

[0111] 根据一个实施例,第一吸收器被设计为衰减第一频率范围内的多个频率,动态吸收器被设计为衰减第二频率范围内的多个频率,第三吸收器被设计为衰减第三频率范围内的多个频率,并且第二频率范围包括不在第一频率范围和第三频率范围中的任一者中的至少一个频率。

[0112] 根据一个实施例,车轮具有车轮共振频率,并且第二频率范围包括车轮共振频率。

[0113] 根据一个实施例,车身具有车身共振频率,其中第一频率范围包括车身共振频率。

[0114] 根据一个实施例,第一吸收器包括第一流体室和第二流体室。

[0115] 根据一个实施例,上述发明的特征还在于将第一流体室连接到第二流体室的电磁阀。

[0116] 根据一个实施例,第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器是整体的。

[0117] 根据本发明,提供了一种系统,其具有:半主动减振器;以及动态吸收器,该动态吸收器包括弹簧和动态吸收器质量块,该动态吸收器与半主动减振器同轴设置。

[0118] 根据一个实施例,半主动减振器包括第一流体室和第二流体室。

[0119] 根据一个实施例,上述发明的特征还在于将第一流体室连接到第二流体室的电磁阀。

[0120] 根据一个实施例,半主动减振器被设计为减小具有频率范围内的频率的振动的幅度,动态吸收器被设计为减小具有第二频率范围内的频率的振动的幅度,并且第二频率范围包括不在该频率范围内的至少一个频率。

[0121] 根据一个实施例,动态吸收器限定环形腔,并且动态吸收器质量块设置在该环形腔中。

[0122] 根据本发明,提供了减振器总成,其具有:第一吸收器;动态吸收器,该动态吸收器包括动态吸收器质量块和弹簧;第三吸收器,该第三吸收器可附接到车身;动态吸收器可附接到车轮;第一吸收器附接到第三吸收器并且可附接到车轮;其中第一吸收器是半主动减振器;其中动态吸收器质量块和弹簧被调节到指定频率;其中第一吸收器、动态吸收器和第三吸收器是整体的。

[0123] 根据一个实施例,上述发明的特征还在于,第三吸收器是低振幅、高频率吸收器。

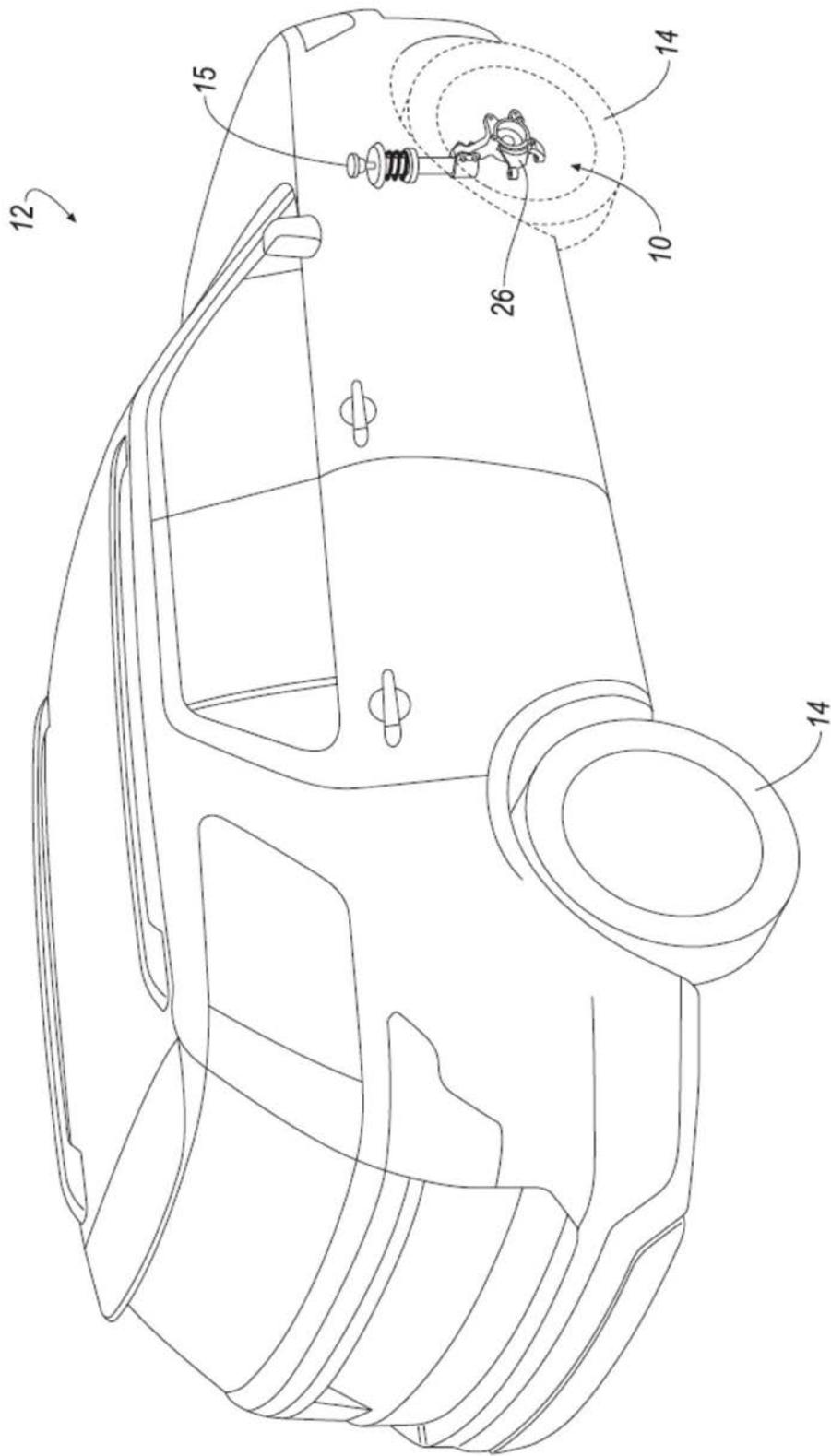


图1

10

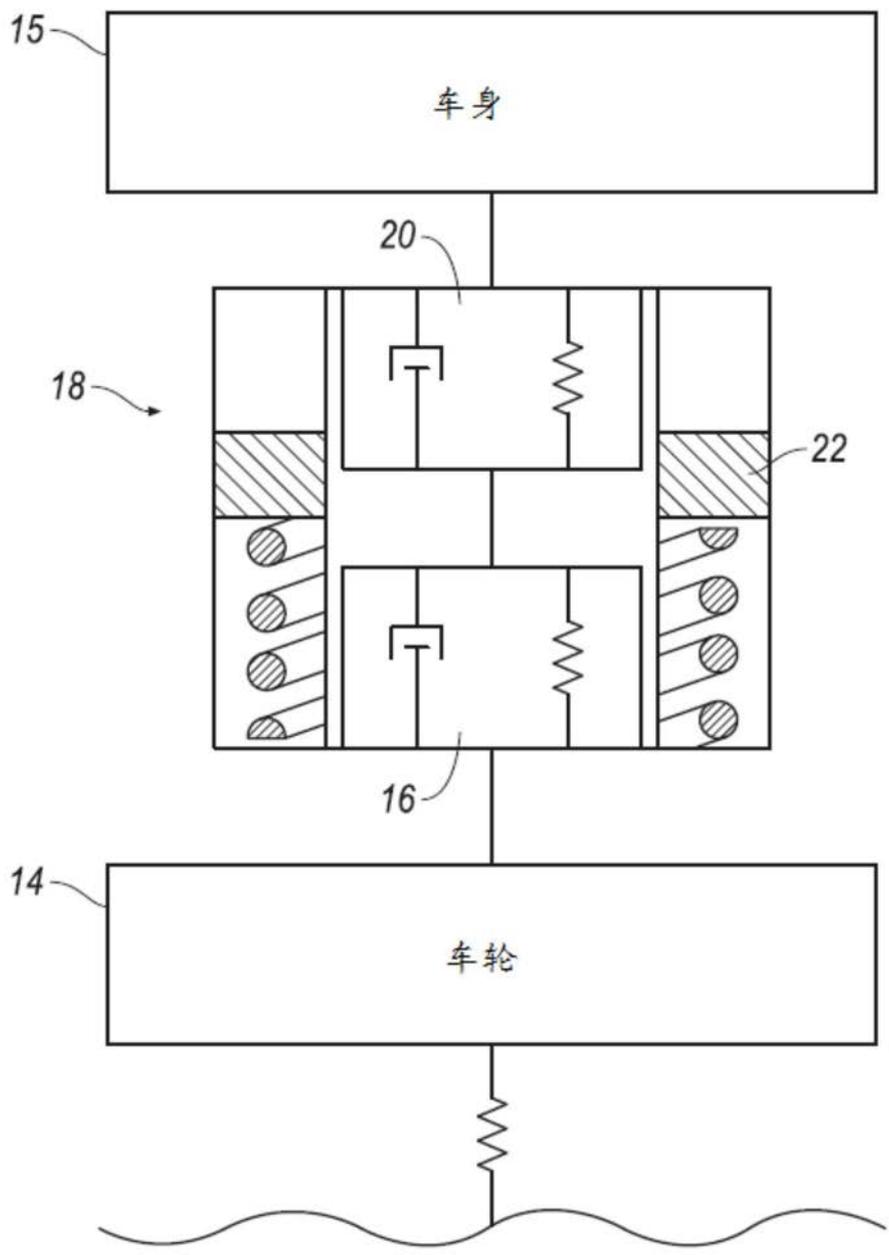


图2

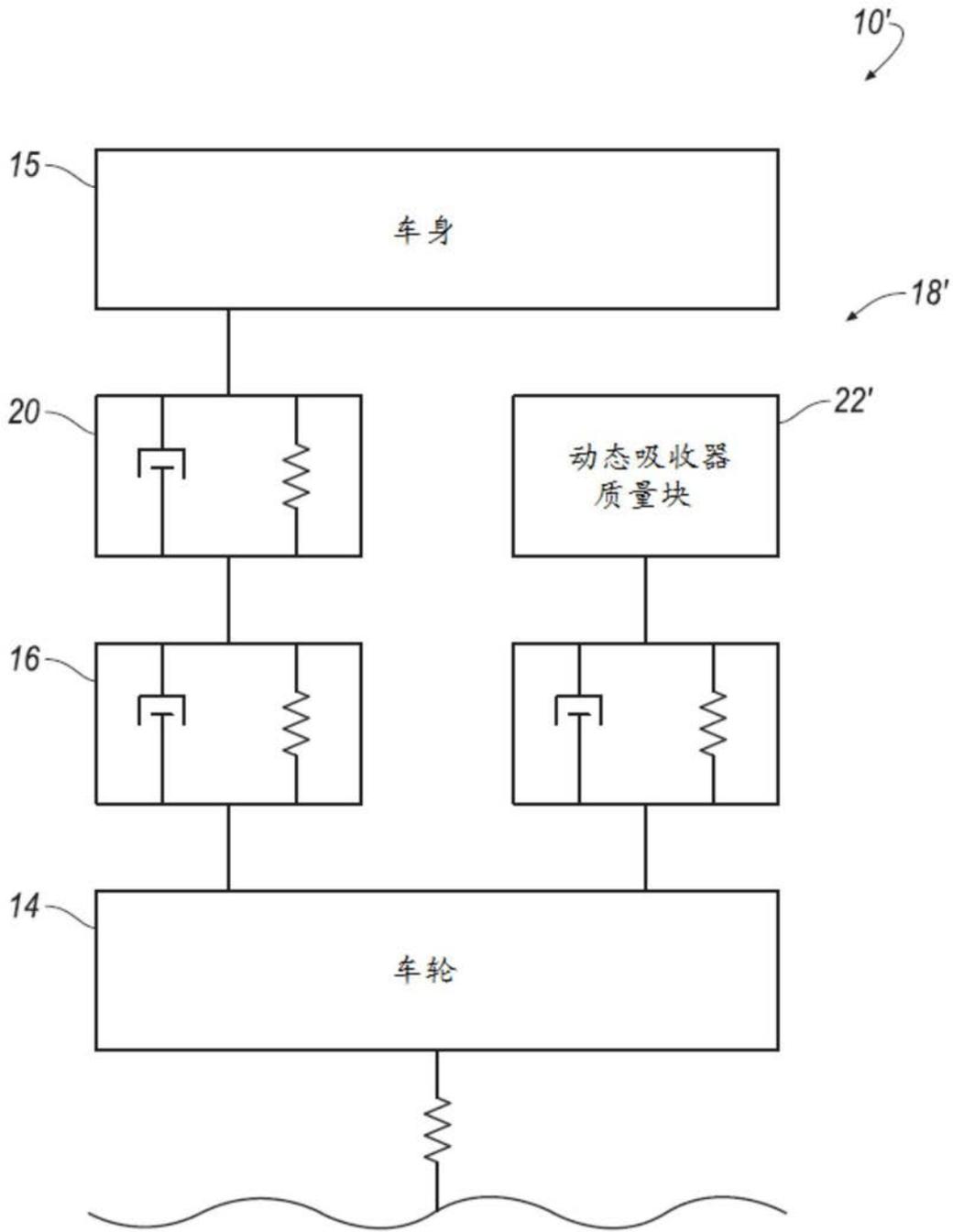


图3

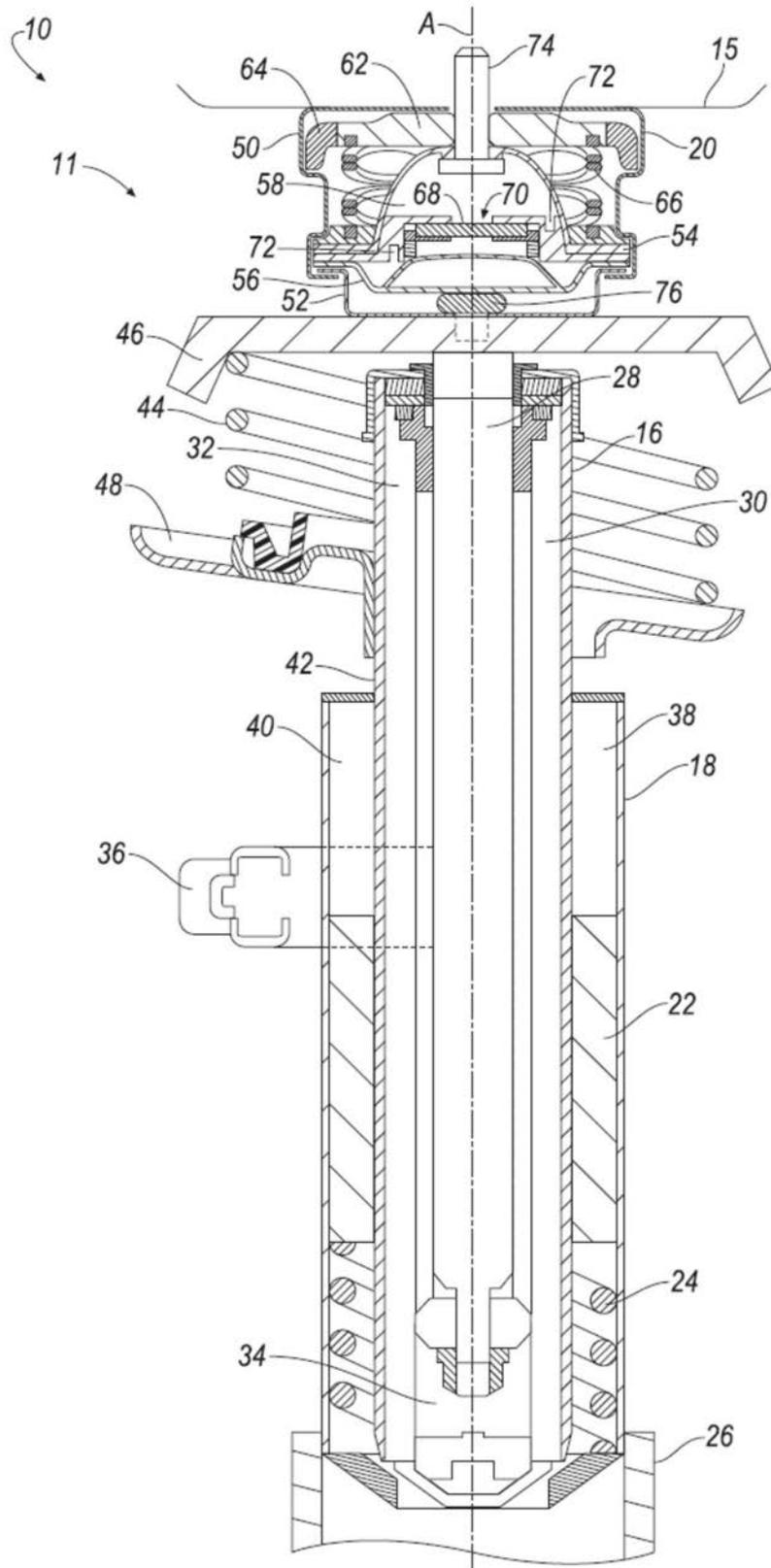


图4

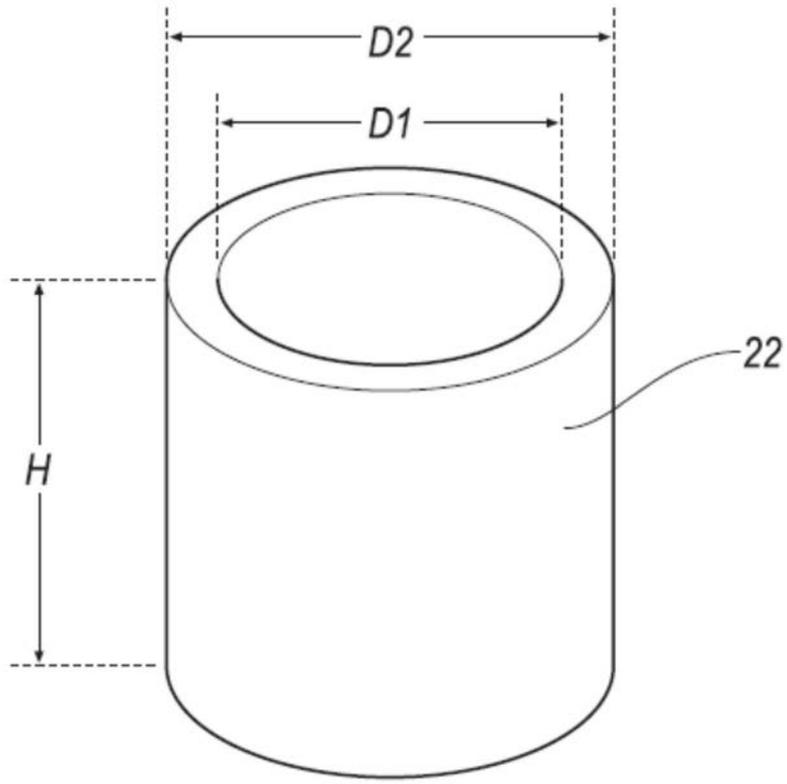


图5

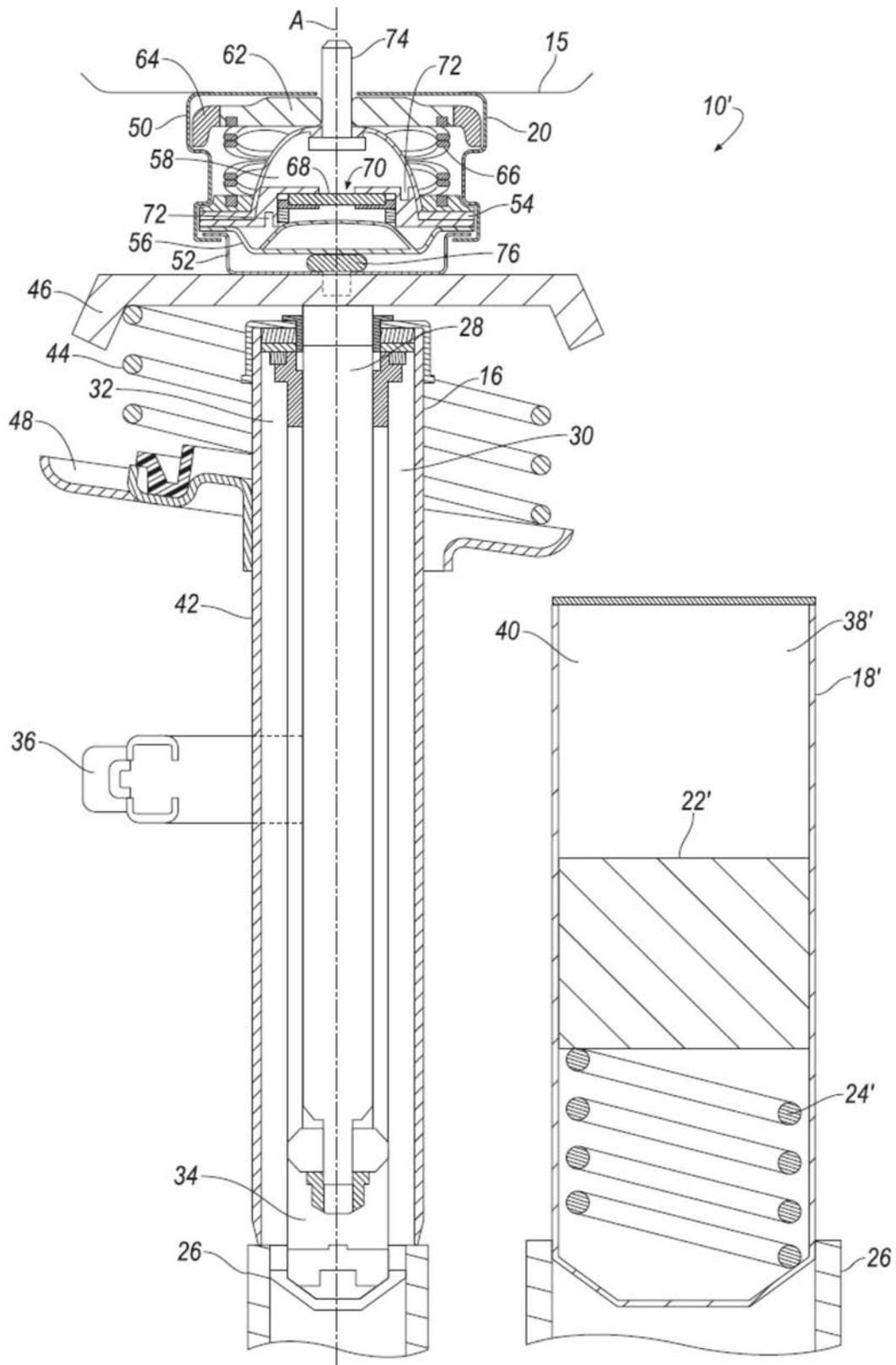


图6

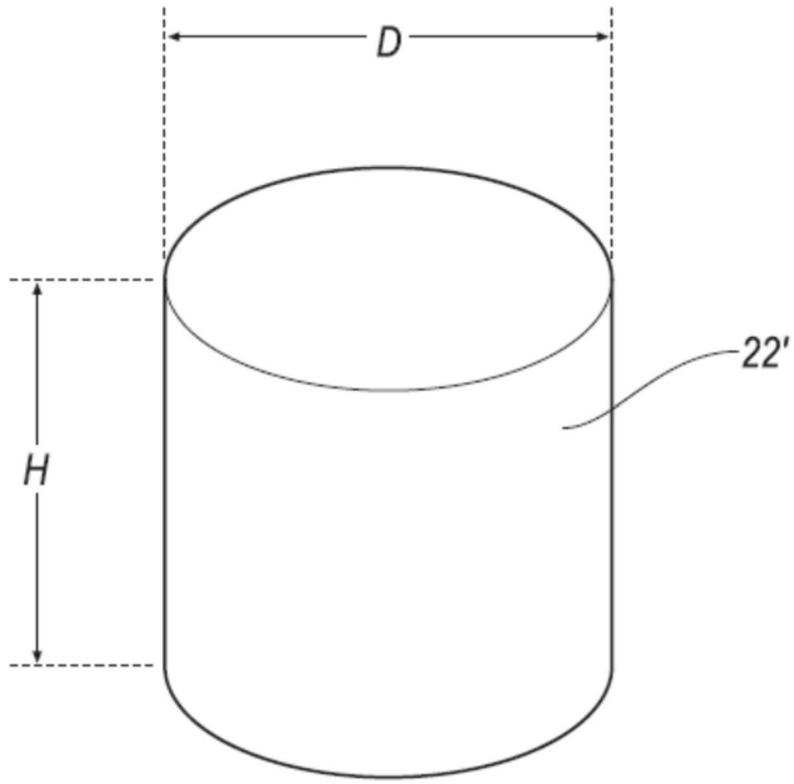


图7

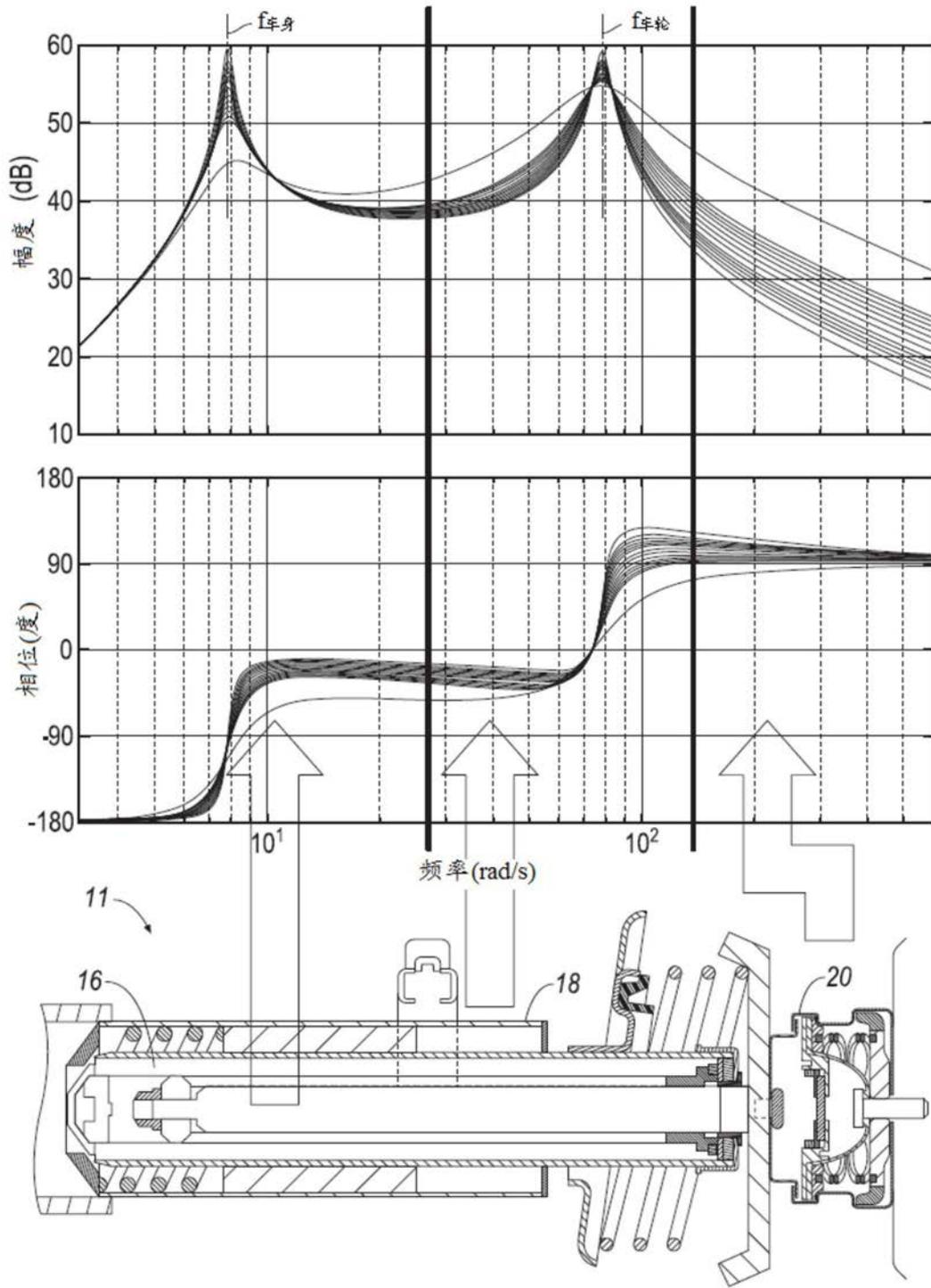


图8

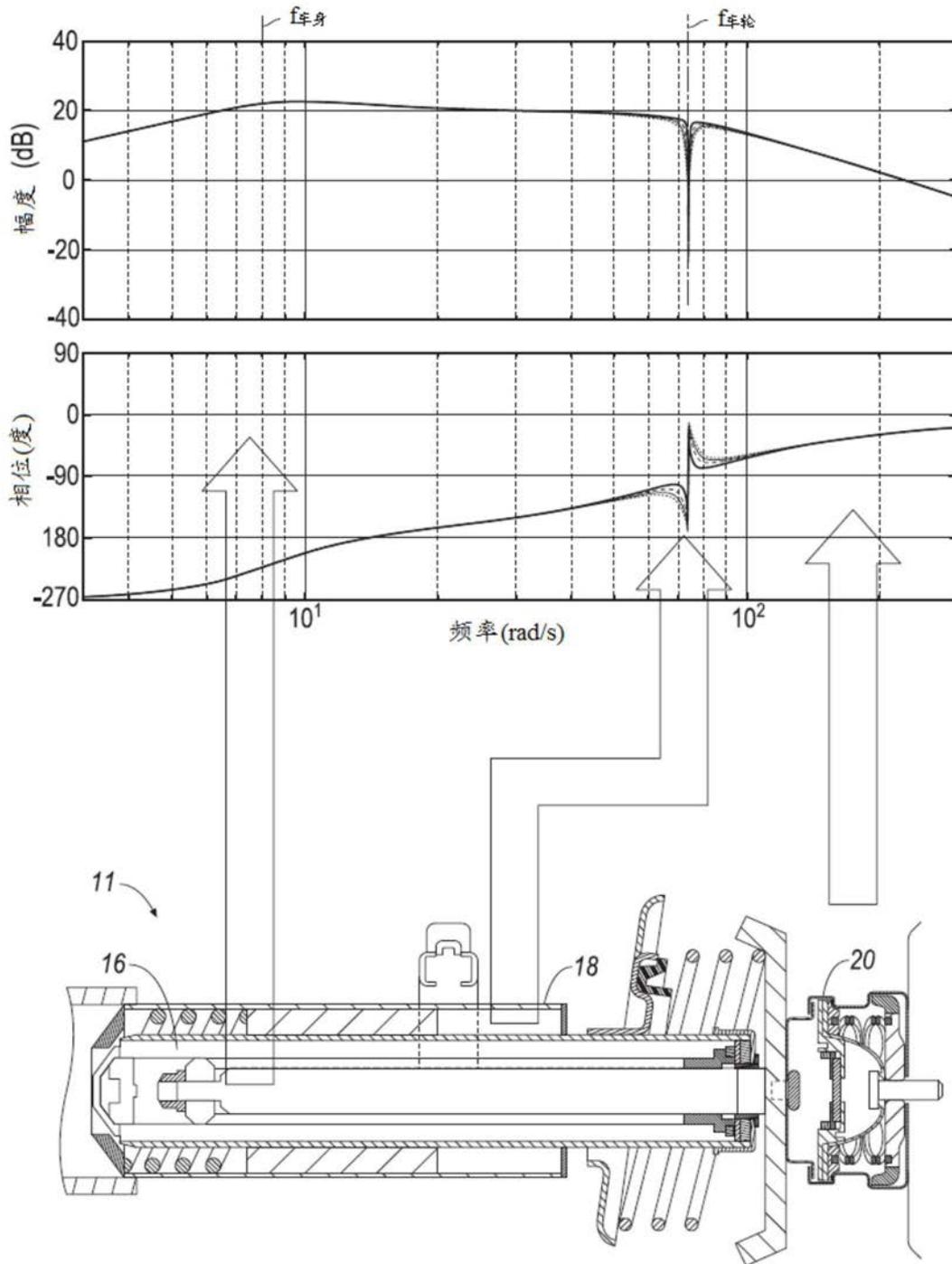


图9

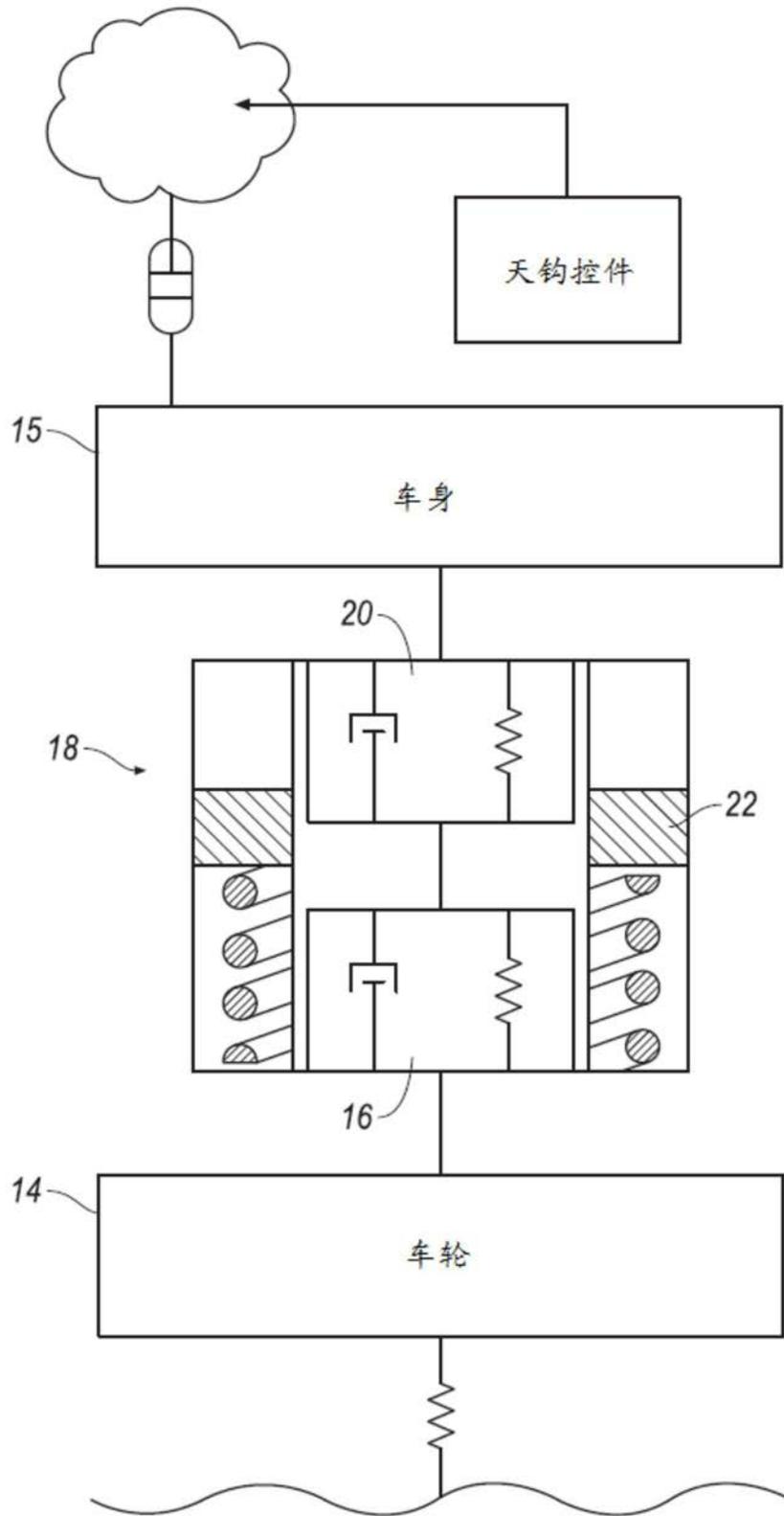


图10

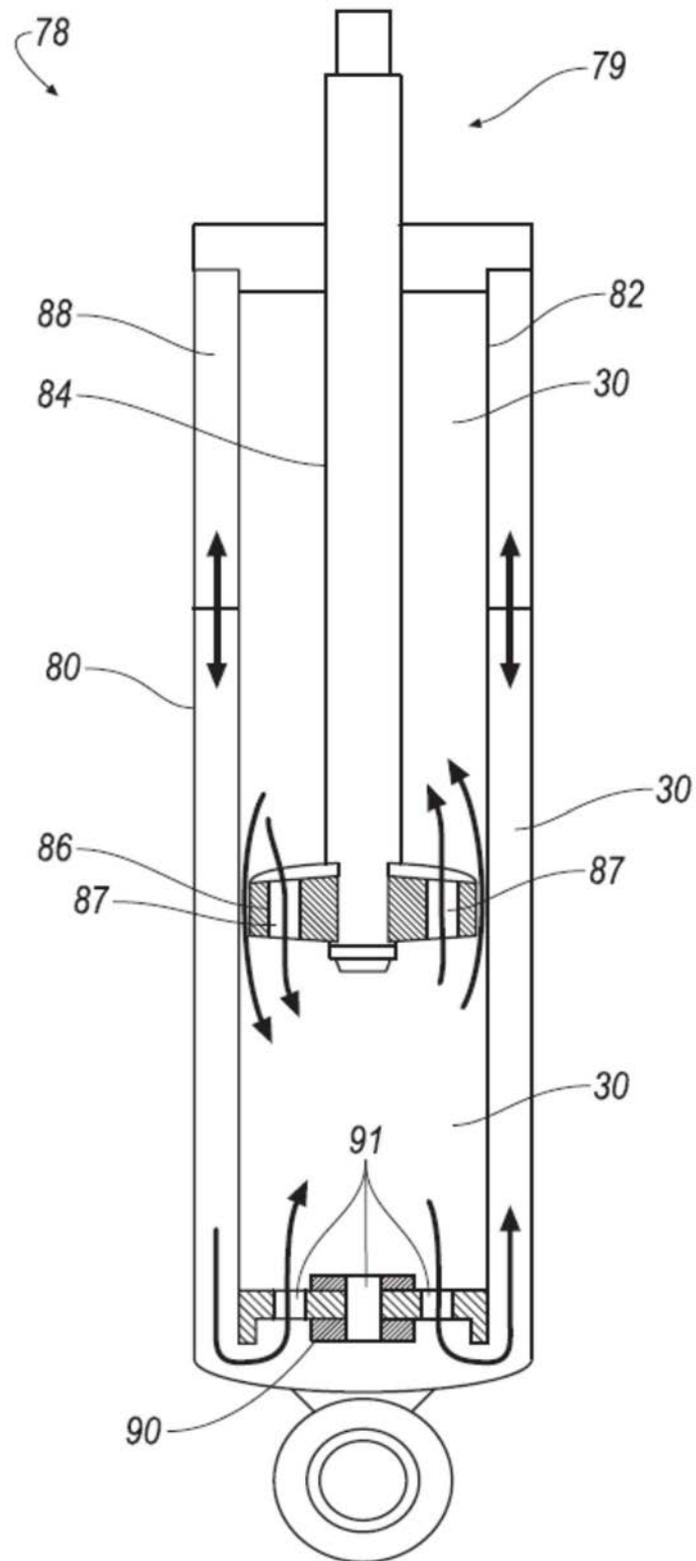


图11

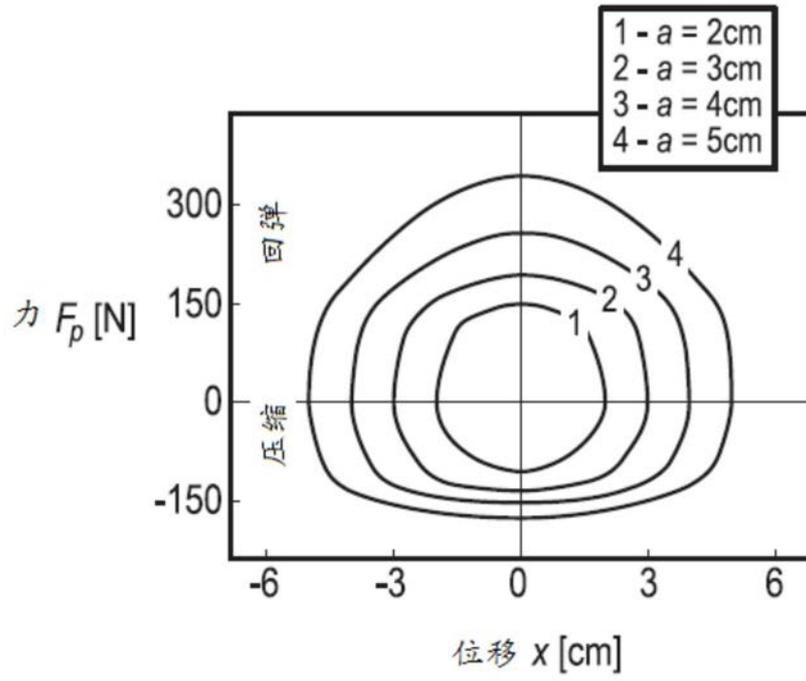


图12A

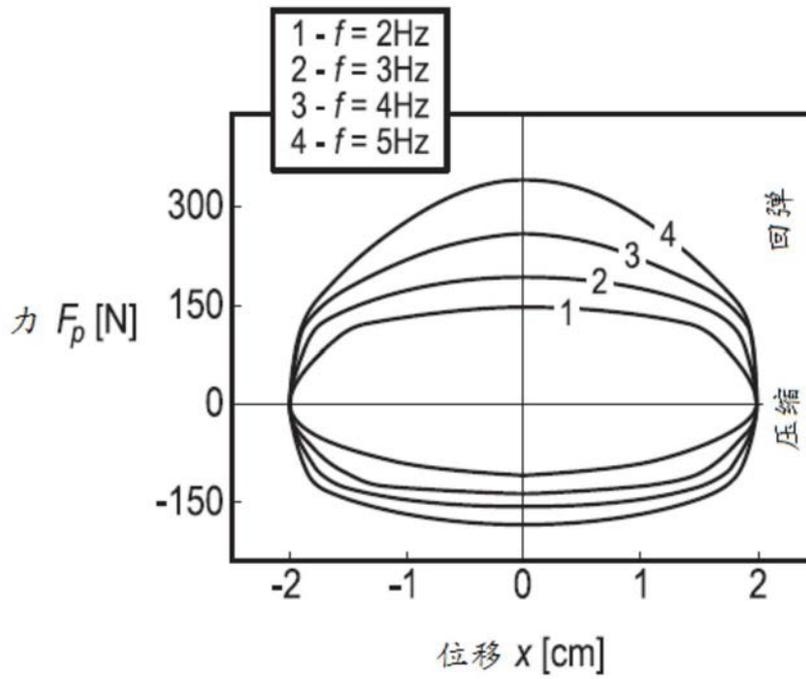


图12B

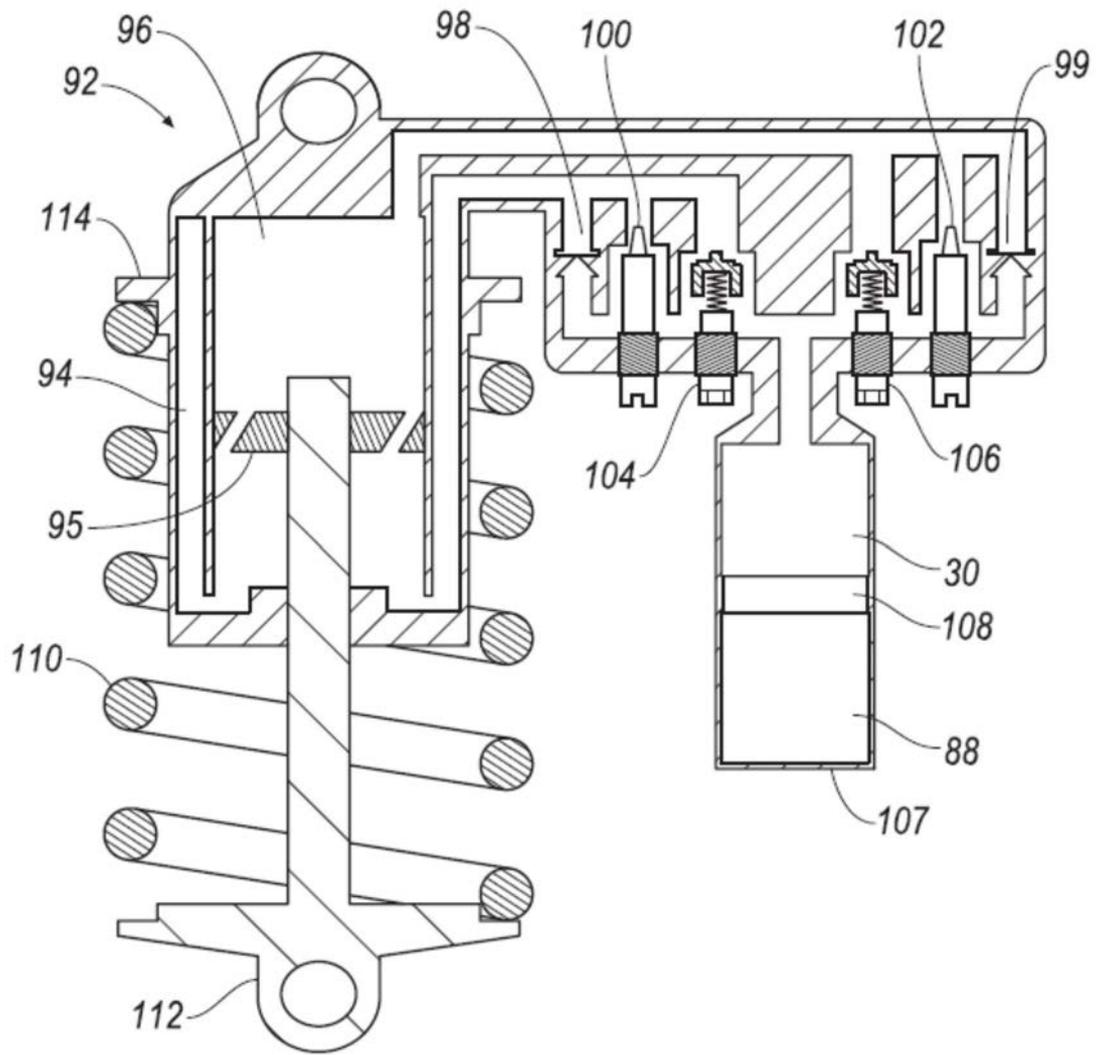


图13

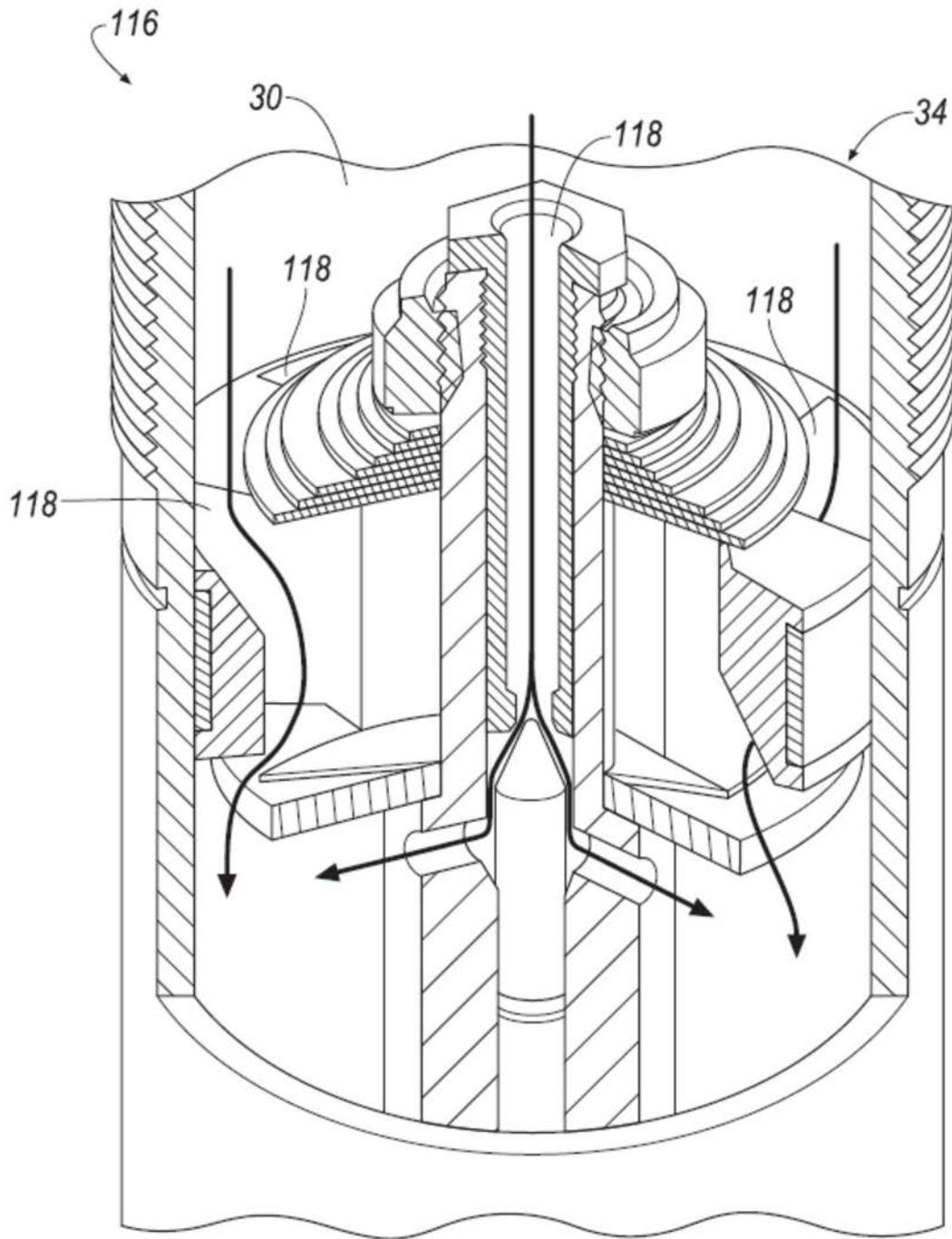


图14

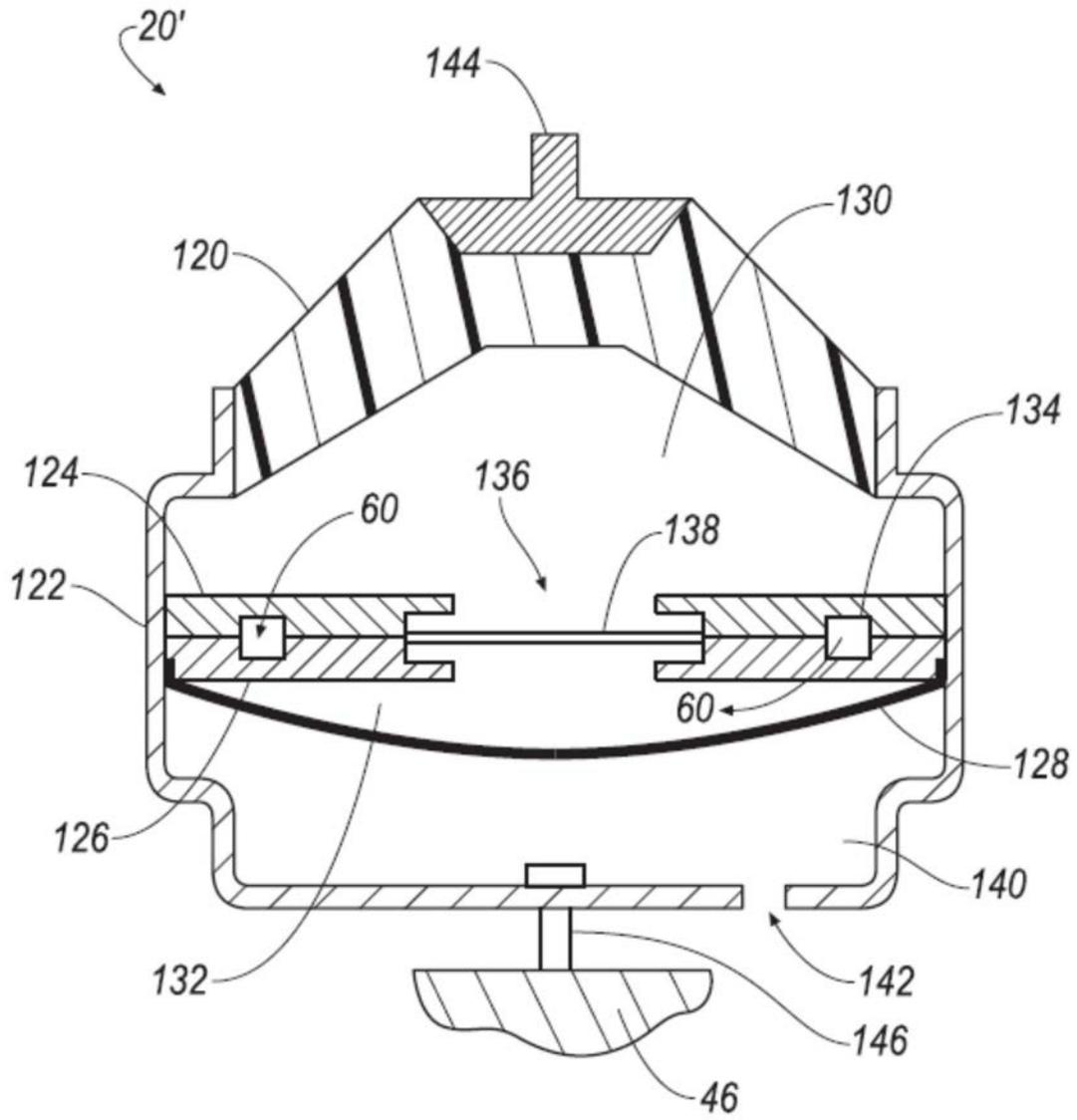


图15