(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117006187 A
(43)申请公布日 2023.11.07

(21)申请号 202311020297.3
(22)申请日 2023.08.14
(71)申请人 温州大学
地址 325000 浙江省温州市温州高教园区(瓯海区茶山镇)
(72)发明人 龙江启 胡飞淳 俞平 胡英浩
(74)专利代理机构 温州瓯越专利代理有限公司 33211
专利代理师 于艳玲
(51)Int.Cl.
F16F 9/53(2006.01)
F16F 9/32(2006.01)
F16F 9/34(2006.01)
F16F 9/516(2006.01)
F16F 9/36(2006.01)
F16F 9/06(2006.01)

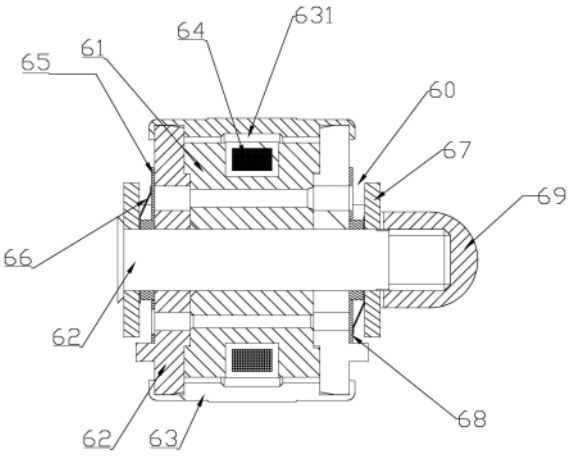
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件及磁流变减振器

(57)摘要

本发明涉及双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件以及采用该活塞组件的磁流变减振器，该磁流变减振器整体结构为单筒单出杆结构，工作缸内部设有活塞组件和浮动活塞，活塞组件与活塞杆一端固定连接，其优点在于：通过调节阻尼通道磁感应强度控制整体减振器阻尼力输出大小，阻尼力可调区间大；通过活塞结构与阀片配合达到压缩和复原行程磁流变液分别流经直径不同的阻尼通道，实现减振器的非对称阻尼特性。



CN 117006187 A

1.双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，包括活塞主体以及与活塞主体连接的活塞杆，其特征在于：所述活塞主体内设有若干个大直径的大阻尼通道与若干个小直径的小阻尼通道，所述大、小阻尼通道均贯穿所述活塞主体，所述活塞主体的两端分别设有压缩阀片与复原阀片，所述压缩阀片上开设有若干个与小阻尼通道对应导通的压缩通孔，所述复原阀片上开设有若干个与大阻尼通道对应导通的复原通孔，所述活塞主体对应压缩阀片与复原阀片处均设有将压缩阀片与复原阀片与活塞主体贴合，并限制压缩阀片与复原阀片转动的弹性复位导向机构，所述压缩阀片用于遮挡大阻尼通道，并与小阻尼通道导通，所述复原阀片用于遮挡小阻尼通道，并与大阻尼通道导通，所述弹性复位导向机构对应压缩阀片与复原阀片处均设有供压缩阀片与复原阀片靠近或远离活塞主体的弹性活动空间。

2.根据权利要求1所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述弹性复位导向机构包括弹性复位组件与导向防转组件，所述弹性复位组件包括设置活塞主体两端与活塞主体连接的限位挡块、设置在限位挡块与压缩阀片和复原阀片之间的弹性形变元件，所述弹性形变元件设置于所述弹性活动空间内，且一端与限位挡块相抵，另一端与压缩阀片和复原阀片相抵，并促使压缩阀片与复原阀片抵接于所述活塞主体上，并通过导向防转组件对压缩阀片与复原阀片在靠近或远离活塞主体时导向，并限制压缩阀片与复原阀片在弹性活动空间内转动。

3.根据权利要求2所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述活塞主体、限位挡块、压缩阀片与复原阀片与弹性形变元件上均开设有供活塞杆穿设的通孔，所述活塞杆与限位挡块螺纹连接或过度配合，并通过调节限位挡块位置控制弹性形变元件的弹性力。

4.根据权利要求3所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述导向防转组件包括开设于压缩阀片与复原阀片上的若干个限位孔、穿设于活塞主体与所述限位孔对应的定位销，所述压缩阀片与复原阀片沿限位孔轴向升降。

5.根据权利要求1-4任一项所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述大阻尼通道数量为3，且环绕活塞杆等距分布，所述小阻尼通道数量为3，且环绕活塞杆等距分布。

6.根据权利要求2-4任一项所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述弹性形变元件的为爪簧，所述通孔设置于所述爪簧的中心并供活塞杆穿过后导向。

7.根据权利要求1-4任一项所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述活塞主体两端均设有流通阀限位器，所述流通阀限位器上均开设有若干个与大阻尼通道导通的大阻尼流通孔和若干个与小阻尼通道导通的小阻尼流通孔，所述压缩阀片与流通阀限位器贴合，并通过压缩通孔和小阻尼流通孔导通，所述复原阀片与流通阀限位器贴合，并通过复原通孔和大阻尼流通孔导通，所述流通阀限位器的外径大于活塞主体的外径，所述流通阀限位器外壁套设有覆盖活塞主体侧壁的活塞套，所述活塞套与活塞主体之间存有间隙。

8.根据权利要求7所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，其特征在于：所述活塞主体外部设有线圈凹槽，所述线圈凹槽内绕设有线圈，所述线圈设置于所述间隙内，所述线圈凹槽设置于活塞主体的中间，所述线圈凹槽上设有导线连接孔，所述导线连接孔与活塞杆导线孔隙导通。

9.一种双通道非对称阻尼特性磁流变减振器，包括工作缸与活塞组件，其特征在于：所述活塞组件为权利要求8所述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，所述活塞杆一端延伸出工作缸外，另一端穿入工作缸内，并和工作缸之间安装有活塞杆密封组件，进而将工作缸形成密闭腔，所述活塞主体通过活塞套与工作缸滑动密封，所述密闭腔对应活塞主体的轴向两侧均填充有磁流变液，所述磁流变液通过大阻尼通道和/或小阻尼通道在密闭腔内流通。

10.根据权利要求9所述的一种双通道非对称阻尼特性磁流变减振器，其特征在于：所述工作缸远离密封套的一端设有浮动活塞，所述浮动活塞和工作缸底部之间填充有高压惰性气体。

双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件及磁流变减振器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种减振器领域，特别涉及一种双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件及磁流变减振器。

背景技术

[0002] 汽车的悬架系统平顺性对驾驶体验至关重要。然而，悬架系统中的弹性元件会在受到冲击时产生震动，这对车辆平顺性有一定影响。为了改善行驶平顺性，通常在悬架系统中使用液压减振器来衰减振动。但目前市场上主流的减振器无法根据工况自适应调节，因此，研究具有自适应调节功能的新型减振器结构成为研究热点。

[0003] 不同的路况对应不同的减振器活塞运动速度。在遇到凸块路面、减速带和颠簸路面时，车辆会受到高速冲击，使得活塞高速运动。此时，减振器的阻尼力主要影响汽车的平顺性，阻尼系数越小，汽车平顺性越好，其中压缩阻尼力对平顺性的影响大于复原阻尼力。而在绕障转弯或遇沟工况下，减振器活塞进行低速运动。此时，减振器的阻尼系数主要影响汽车的侧倾度，增加阻尼系数可以降低侧倾度。

[0004] 目前市场上的减振器包括液压减振器、气压减振器和磁流变减振器。其中，磁流变减振器是一种非常适合应用于汽车半主动悬架中的减振器。它通过控制磁流变液在牛顿流体和Bingham流体之间的可逆转换，实现对减振器压缩/复原阻尼力大小的调节。磁流变减振器具有响应速度快、可调阻尼力连续等优点。然而，目前的磁流变减振器结构主要是为了增大阻尼力而设计的，导致最小压缩阻尼力也被提高，这对车辆平顺性不利。因此，研究一种能解决减振器压缩和复原阻尼力不对称问题的新型磁流变减振器结构非常必要。

[0005] 设计新型减振器结构时，除了考虑性能和功能外，还需考虑制造成本和可靠性。同时，在实际应用中，还需要与其他汽车部件协调和优化，以充分发挥其性能和优势。

[0006] 综上所述，研究具有自适应调节功能的新型减振器结构，特别是能解决减振器压缩和复原阻尼力不对称问题的磁流变减振器结构，对提高汽车行驶平顺性、降低侧倾度、提高耗能效率等方面具有重要意义。在研究过程中，需综合考虑各种因素，设计出性能优良、制造成本低、可靠性高的减振器结构。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术的不足，提供一种非对称阻尼力减振器活塞组件，该活塞组件可用于液压减振器、磁流变减振器等减振器中，通过实现压缩阻尼力和复原阻尼力的不对称性，使得搭载该减振器的悬架系统能够在处理凸块路面时具备良好的平顺性，并在转弯时减少车辆的侧倾度，同时在磁流变减振器上使用时，该发明解决了目前磁流变减振器结构设计中增大最大阻尼力的同时也增加了最小阻尼力的问题。

[0008] 为实现上述目的，本发明提供了如下技术方案：双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，包括活塞主体以及与活塞主体连接的活塞杆，其特征在于：所述活塞主体内设有若干个大直径的大阻尼通道与若干个小直径的小阻尼通道，所述大、小阻尼通道均贯穿所述

活塞主体，所述活塞主体的两端分别设有压缩阀片与复原阀片，所述压缩阀片上开设有若干个与小阻尼通道对应导通的压缩通孔，所述复原阀片上开设有若干个与大阻尼通道对应导通的复原通孔，所述活塞主体对应压缩阀片与复原阀片处均设有将压缩阀片与复原阀片与活塞主体贴合，并限制压缩阀片与复原阀片转动的弹性复位导向机构，所述压缩阀片用于遮挡大阻尼通道，并与小阻尼通道导通，所述复原阀片用于遮挡小阻尼通道，并与大阻尼通道导通，所述弹性复位导向机构对应压缩阀片与复原阀片处均设有供压缩阀片与复原阀片靠近或远离活塞主体的弹性活动空间。

[0009] 采用上述技术方案，该活塞组件可应用于液压减振器、磁流变减振器等减振产品上，其在车辆上使用时，因活塞向上运动进行压缩过程时，压缩阀片会遮挡大阻尼通道，这样阻尼介质只能通过压缩通孔进入小阻尼通道，又因小阻尼通道出口被复原阀片所遮挡，但通过磁流变液流动产生的挤压力可以推开复原阀片，这时复原阀片端的弹性复位导向机构将被压紧形变，阻尼介质可以从活塞主体和复原阀片之间的间隙中流出，实现阻尼介质阻尼力较小的流经小阻尼通道的目的。相同地，在复原过程中，复原阀片会遮挡小阻尼通孔，使得阻尼介质只能通过复原通孔进入大阻尼通道。尽管复原通孔对应的大阻尼通道出口被压缩阀片所遮挡，但是通过阻尼介质本身的挤压力可以推开压缩阀片。这时，压缩阀片端的弹性复位导向机构将被压紧形变，阻尼介质可以从活塞主体和压缩阀片之间的间隙中流出，实现阻尼介质阻尼力较大的流经小孔的目的，实现压缩阻尼力和复原阻尼力的不对称性，使得搭载该减振器的悬架系统能够在处理凸块路面时具备良好的平顺性，并在转弯时减少车辆的侧倾度。

[0010] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述弹性复位导向机构包括弹性复位组件与导向防转组件，所述弹性复位组件包括设置活塞主体两端与活塞主体连接的限位挡块、设置在限位挡块与压缩阀片和复原阀片之间的弹性形变元件，所述弹性形变元件设置于所述弹性活动空间内，且一端与限位挡块相抵，另一端与压缩阀片和复原阀片相抵，并促使压缩阀片与复原阀片抵接于所述活塞主体上，并通过导向防转组件对压缩阀片与复原阀片在靠近或远离活塞主体时导向，并限制压缩阀片与复原阀片在弹性活动空间内转动。

采用上述技术方案，导向防转组件用于实现供弹性形变元件形变时导向并定位滑移的功能，避免其错位后降低或封闭住大、小阻尼通道的流量，而弹性复位组件用于在阻尼介质冲击时，能帮助位移后的压缩阀片与复原阀片复位，使得搭载该活塞组件的减振器在车辆悬架上使用时，能够在处理凸块路面时具备良好的平顺性，并在转弯时减少车辆的侧倾度。

[0011] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述活塞主体、限位挡块、压缩阀片与复原阀片与弹性形变元件上均开设有供活塞杆穿设的通孔，所述活塞杆与限位挡块螺纹连接或过度配合，并通过调节限位挡块位置控制弹性形变元件的弹性力。

[0012] 采用上述技术方案，弹性形变元件可以为弹簧、碟簧、爪簧、橡胶等结构，而通过设置通孔，使活塞杆穿过活塞主体、限位挡块、压缩阀片与复原阀片与弹性形变元件上导向，而活塞杆与限位挡块螺纹连接或过度配合，即完成了活塞杆与活塞主体之间的连接，又能使限位挡块具有调节弹性闭合力进而控制阻尼力的作用，防爆调节压缩阀片与复原阀片的

闭合力，调节其双通道的流量。

[0013] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述导向防转组件包括开设于压缩阀片与复原阀片上的若干个限位孔、穿设于活塞主体与所述限位孔对应的定位销，所述压缩阀片与复原阀片沿限位孔轴向升降。

[0014] 采用上述技术方案，压缩阀片与复原阀片优选各设置三个定位销，定位销采用三个，使其通过外部限制转动错位设计，主在实现供弹性形变元件形变时导向并定位滑移的功能，避免其错位后降低或封闭住大、小阻尼通道的流量。

[0015] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述大阻尼通道数量为3，且环绕活塞杆等距分布，所述小阻尼通道数量为3，且环绕活塞杆等距分布。

[0016] 采用上述技术方案，活塞主体设置有6个沿活塞杆环绕等距分布的阻尼通道，其中3个为直径较大的大阻尼通道，另3个为直径较小的大阻尼通道，通过设置多个大、小阻尼通道，避免了当单个大、小阻尼通道在活塞运动过程中活塞主体受力不均匀，活塞组件扭转，刮伤工作缸的问题。

[0017] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述弹性形变元件的为爪簧，所述通孔设置于所述爪簧的中心并供活塞杆穿过后导向。

[0018] 采用上述技术方案，爪簧优选为三爪弹簧，爪簧的厚度和高度都较低，两边爪簧前端均设有限位挡块，与爪簧相邻，限位挡块和活塞杆为过渡配合，作用是限制压缩、复原阀片的移动，避免爪簧的爪片外翻导致爪簧失效，同时限位挡块具有调节弹性闭合力进而控制阻尼力的作用。

[0019] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述活塞主体两端均设有流通阀限位器，所述流通阀限位器上均开设有若干个与大阻尼通道导通的大阻尼流通孔和若干个与小阻尼通道导通的小阻尼流通孔，所述压缩阀片与流通阀限位器贴合，并通过压缩通孔和小阻尼流通孔导通，所述复原阀片与流通阀限位器贴合，并通过复原通孔和大阻尼流通孔导通，所述流通阀限位器的外径大于活塞主体的外径，所述流通阀限位器外壁套设有覆盖活塞主体侧壁的活塞套，所述活塞套与活塞主体之间存有间隙。

[0020] 采用上述技术方案，通过设置流通阀限位器，使流通阀限位器代替活塞主体与活塞套连接，避免活塞主体在工作缸内做往返运动的时候会损害到材质较软的活塞主体，而活塞套的设置，用于保护活塞不受损坏，提高活塞主体的使用寿命。

[0021] 上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，可进一步设置为：所述活塞主体外部设有线圈凹槽，所述线圈凹槽内绕设有线圈，所述线圈设置于所述间隙内，所述线圈凹槽设置于活塞主体的中间，所述线圈凹槽上设有导线连接孔，所述导线连接孔与活塞杆导线孔隙导通。

[0022] 采用上述技术方案，当活塞组件在磁流变减振器上使用时，活塞主体上会设有用作缠绕电磁线圈的线圈凹槽，流通阀限位器设置于活塞主体上下两端，主要作用是限制主体在活塞套中的轴向自由度和避免活塞套翻边工艺时与活塞主体接触，也避免活塞主体在工作缸内做往返运动的时候会损害到活塞主体，同时解决了活塞主体一体设置时，加工难度过大，很难装进活塞套内的问题，导线连接孔与导线孔隙的设置，避免导线对活塞组件造成干涉，并通过活塞杆孔隙连接电源，方便车辆ECU控制电流工作，配合磁流变液实现半主动悬架减振。

[0023] 通过公开了采用双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件的磁流变减振器，包括工作缸与活塞组件，其特征在于：所述活塞组件为上述的双通道非对称阻尼特性减振器活塞组件，所述活塞杆一端延伸出工作缸外，另一端穿入工作缸内，并和工作缸之间安装有活塞杆密封组件，进而将工作缸形成密闭腔，所述活塞主体通过活塞套与工作缸滑动密封，所述密闭腔对应活塞主体的轴向两侧均填充有磁流变液，所述磁流变液通过大阻尼通道和/或小阻尼通道在密闭腔内流通。

[0024] 采用上述技术方案，该活塞组件在磁流变减振器应用时，通过活塞杆密封组件将工作缸形成密闭腔，而活塞主体将密闭腔分隔，并通过大、小阻尼通道流通实现减振，其中活塞杆上还可装有导向座，导向座可防止活塞杆弯曲变形，起活塞杆导向地作用，而工作缸上端设有安装密封套的卡槽，密封套和工作缸之间为固定密封结构，密封套和活塞杆之间、活塞组件、浮动活塞和工作缸的内壁均为滑动密封结构，密封套与工作缸的卡槽配合将工作缸内形成密闭腔，避免磁流变液溢出，在连接好电磁线圈后，在主体和下端的流通阀限位器缺口添加压铸塑胶。

[0025] 上述的双通道非对称阻尼特性磁流变减振器，可进一步设置为：所述工作缸远离密封套的一端设有浮动活塞，所述浮动活塞和工作缸底部之间填充有高压惰性气体。

[0026] 采用上述技术方案，浮动活塞与工作缸形成的气室用于补偿因为活塞杆伸入工作缸长度不同引起的工作缸内部总容积变化。

[0027] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

1.本发明可以通过活塞主体与压缩阀片、复原阀片以及弹性复位导向机构的相互配合实现减振器的压缩和复原阻尼力不对称的效果，在保证汽车经过凸块路面等较为颠簸路面的汽车平顺性和较高的耗能效率，而在转弯时也能保证车辆较低的侧倾度。

[0028] 2.本发明因为设置了大小不一的压缩/复原两组阻尼通道，为实现减振器压缩和复原行程零场阻尼力的非对称性，减振器工作过程中，在降低最低阻尼力的同时也提高了最大阻尼力。通过压缩/复原阀片、爪簧和大小不以的阻尼通道相互配合在减振器压缩时，磁流变液流经直径较大的大阻尼通道，此时减振器产生的阻尼力较小；复原时则与压缩时相反，磁流变液流经直径较小的小阻尼通道，此时减振器产生的阻尼力较大，解决了目前磁流变减振器结构设计中增大最大阻尼力的同时也增加了最小阻尼力的问题。

[0029] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

附图说明

[0030] 图1为本发明实施例活塞组件的剖面示意图。

[0031] 图2为本发明活塞主体的结构示意图。

[0032] 图3为本发明流通阀限位器的结构示意图。

[0033] 图4为本发明压缩阀片的结构示意图。

[0034] 图5为本发明复原阀片的结构示意图。

[0035] 图6为本发明三爪爪簧的结构示意图。

[0036] 图7为发明磁流变减振器的剖视图。

实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。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。

[0038] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“上”、“下”、“内”、“外”、“两端”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，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发明的限制。

[0039] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“设置有”、“连接”等，应做广义理解，例如“连接”，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体连接；可以是机械连接，也可以是电连接；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发明中的具体含义。

[0040] 如图7所示，本发明公开了一种双通道非对称阻尼特性的磁流变减振器，包括活塞杆1和工作缸5，其中，活塞杆1的细杆部分设置有导线伸入孔。工作缸5的开口朝上，开口处安装有活塞杆密封组件2和导向座3，而且活塞杆密封组件2和工作缸5之间实现了静态密封。活塞杆1经由活塞杆密封组件2和导向座3，从工作缸5外部伸入工作缸5内部，活塞杆1与工作缸5的中心轴共线。活塞杆1穿过导向座3和活塞杆密封组件2的中心孔，并在活塞杆密封组件2以及导向座3之间实现了滑动密封。

[0041] 在工作缸5内部设置有活塞组件6和浮动活塞8，其中活塞组件6位于浮动活塞8的上方，它们的外侧壁与工作缸的内侧壁之间实现了滑动密封。活塞组件6和浮动活塞8之间保留一定的距离，而且浮动活塞8和工作缸5底面之间也存在一定的空隙。活塞组件6可以随着活塞杆1移动，活塞杆1的下端细杆部分与活塞组件6通过螺母形成固定连接。活塞组件6和活塞杆密封组件2之间的空间形成上液腔4，活塞组件6和浮动活塞8之间的空间形成下液腔7，而浮动活塞8下方的空间形成补偿气室9。工作缸内的补偿气室9内充满高压惰性气体，而上液腔4和下液腔7内则填充有磁流变液。浮动活塞8为圆柱形，能够将下液腔7和补偿气室9之间隔离并实现相互密封，使这两处空间彼此独立。

[0042] 如图1所示，活塞组件6由活塞主体61、流通阀限位器62、活塞套63、线圈64、爪簧66、限位挡块67、压缩阀片68、复原阀片65和螺母69组成，活塞组件6在活塞套63内部。活塞套63是一种筒状结构，上下两端均设置有开口，和活塞组件形成滑动密封。活塞套63的外侧壁与工作缸5的内侧壁之间。螺母69用于固定活塞组件6，在活塞组件6上，沿圆周方向设置有两组垂直的阻尼通道，每组有3个阻尼通道，两组阻尼通道的直径不同，一组为3个大阻尼通道611，一组为3个小阻尼通道612，通过多个阻尼通道，避免了当单个大阻尼通道611、小阻尼通道612在活塞运动过程中活塞主体61受力不均匀，活塞组件6扭转，刮伤工作缸5的问题。

[0043] 如图2、图3所示，活塞主体61的上端面固定连接于上流通阀限位器62、下端面固定连接于下流通阀限位器62，在活塞主体61上设置有3个大阻尼通道611和3个小阻尼通道612，在活塞主体61中心处设置有一个与活塞杆1配合的通孔613，使得活塞主体61能装配到

活塞杆1上。在活塞主体61的一端设置有导线连接孔614，可以让导线沿导线连接孔614和活塞杆1的导线一同伸入活塞杆1中心的通孔613内，流通阀限位器62上设置有三个限位孔621，用于安装阀片定位销，限位孔621与定位销是过盈配合。在流通阀限位器上设置有3个大阻尼流通孔622与3个小阻尼流通孔623，对应活塞主体61的复原通孔651与压缩通孔681，上、下流通阀限位器端面处设置有凸台用于压紧活塞主体61，用于限制活塞主体61的移动，其中流通阀限位器62的外径大于活塞主体61的外径，流通阀限位器62外壁套设有覆盖活塞主体61侧壁的活塞套63，活塞套63与活塞主体61之间存有间隙631，线圈64设置于间隙631内，线圈凹槽设置于活塞主体61的中间，线圈凹槽上设有导线连接孔614，导线连接孔与活塞杆导线孔隙导通，使线圈64方便安装，并且使流通阀限位器62代替活塞主体61与活塞套63连接，避免活塞主体61在工作缸5内做往返运动的时候会损害到材质较软的活塞主体61，而活塞套63的设置，用于保护活塞主体61不受损坏，提高活塞主体61的使用寿命。

[0044] 如图4、5所示，压缩阀片68设置有三个压缩通孔681，对应活塞主体61的大阻尼通道611。复原阀片65设置有三个复原通孔651，对应活塞主体61的小阻尼通道612。在压缩阀片68上设置有三个限位孔682，与流通阀限位器62上的定位销(图中未展出)形成过盈配合，以此来限制压缩阀片68在活塞杆1上的转动自由度。在复原阀片65上设置有三个限位孔652，与流通阀限位器62上的定位销形成过盈配合，以此来限制复原阀片65在活塞杆1上的转动自由度。

[0045] 如图1、图6所示，复原阀片65、压缩阀片68的上端设置有三爪爪簧66和限位挡块67，三爪爪簧66用于复原阀片65、压缩阀片68的复位，根据大阻尼通道611、小阻尼通道通孔612的数量为三个而选择三爪爪簧，避免挡住，而三爪爪簧66和活塞杆1为过渡配合，其内径设置成与活塞杆1细杆部分外径相同。限位挡块67用于限制复原阀片65、压缩阀片68在活塞杆1上的过量移动，限位挡块67和活塞杆1为过渡配合，其内径设置成与活塞杆1细杆部分外径相同，限位挡块67对应压缩阀片68与复原阀片65处均设有供压缩阀片68与复原阀片65靠近或远离活塞主体61的弹性活动空间60，弹性活动空间60的设置使复原阀片65、压缩阀片68具有位移空间，且通过活塞杆1与限位挡块67螺纹连接或过度配合，并通过调节限位挡块67位置控制三爪爪簧66的预紧力，使限位挡块67具有调节弹性闭合力进而控制阻尼力的作用。

[0046] 本发明在工作时，活塞组件6在活塞杆1的作用下在工作缸5内进行上下往复运动。同时，阻尼通道沿着活塞组件6的轴向，使磁流变液能够随着活塞组件6的运动而上下流动。

[0047] 本发明的主要特点在于采用活塞主体61与压缩阀片68、复原阀片65以及弹性复位导向机构，实现了减振器的非对称阻尼特性。在压缩过程中，压缩阀片68遮挡大阻尼通道611入口，导致磁流变液只能通过压缩通孔681入口进入小阻尼通道612，同时，小阻尼通道612出口被复原阀片65遮挡，但是在磁流变液流动产生的挤压力作用下，压紧复原阀片65端的爪簧66收缩，使得复原阀片65被冲开。这样，磁流变液可以从流通阀限位器62和复原阀片65之间的空隙中流出，实现了压缩过程中的行程，也达到了磁流变液流经小阻尼通道612的目的。在复原过程中，复原阀片65遮挡了小阻尼通道612入口，使得磁流变液只能通过复原通孔651入口进入到大阻尼通道611，虽然大阻尼通道611的出口被压缩阀片68遮挡，但是在磁流变液产生的挤压力作用下，压紧压缩阀片68的爪簧66收缩，使得压缩阀片68被冲开，这样，磁流变液可以从流通阀限位器62和压缩阀片68之间的空隙中流出，实现了复原过程中

的行程，同时也实现了磁流变液流经大阻尼通道的目的。

[0048] 通过这种设计，本发明实现了阻尼特性的非对称调节。在压缩过程中，磁流变液只能通过小阻尼通道，而在复原过程中，磁流变液则只能通过大阻尼通道。这种非对称的阻尼特性可以根据实际需求进行调节，实现更精准和灵活的减振效果。同时，阀片和爪簧等配件的运动状态，可以根据磁流变液的流动产生的力作用来实现自动控制，进一步提高了减振器的性能和稳定性。

[0049] 总之，本发明通过活塞结构与阀片等配件的巧妙组合，实现了非对称阻尼特性减振器，在压缩和复原过程中利用磁流变液的流动控制，达到了精确的减振效果，并具有良好的可控性和稳定性。

[0050] 需要说明的是，在本文中，诸如术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0051] 对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

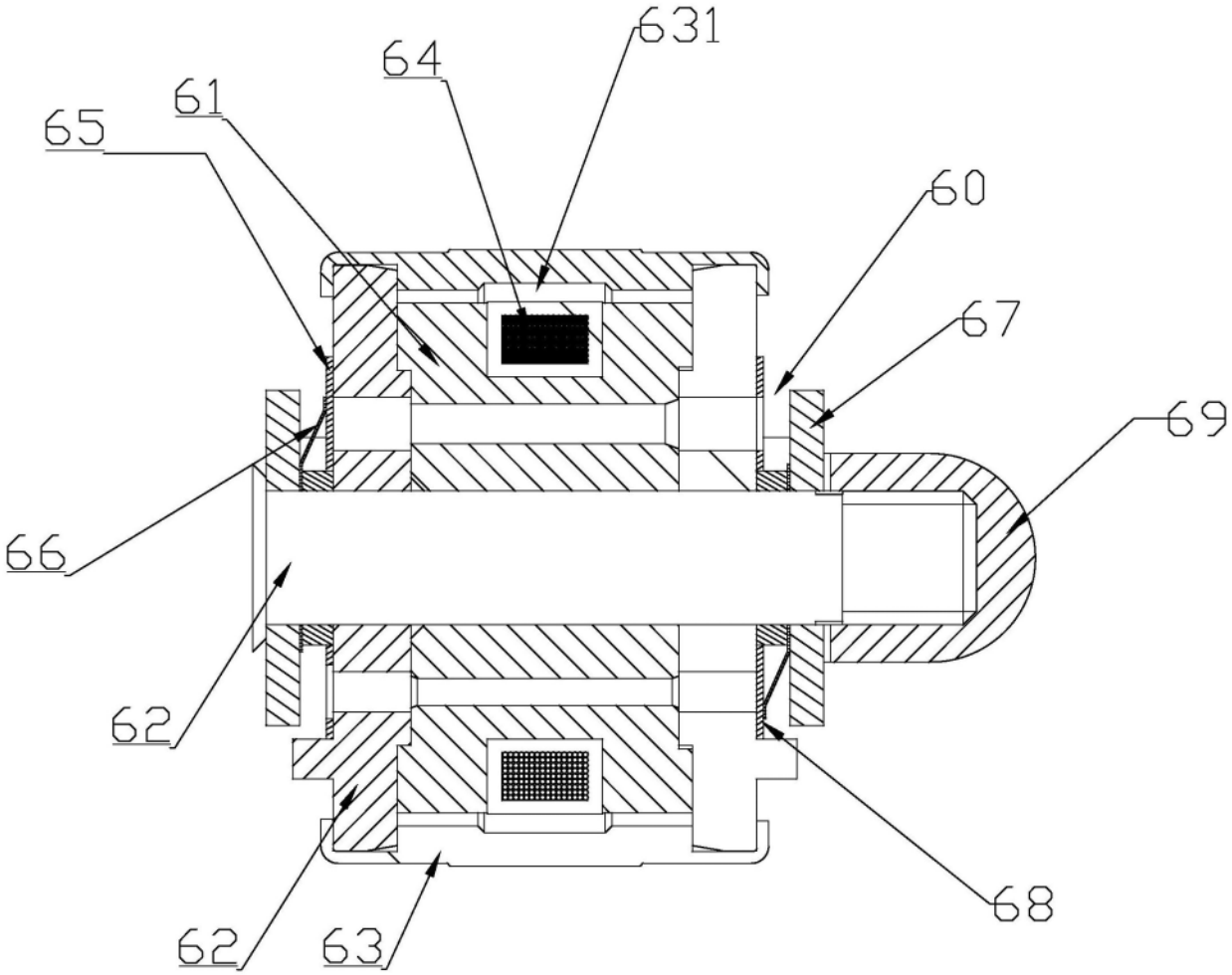


图1

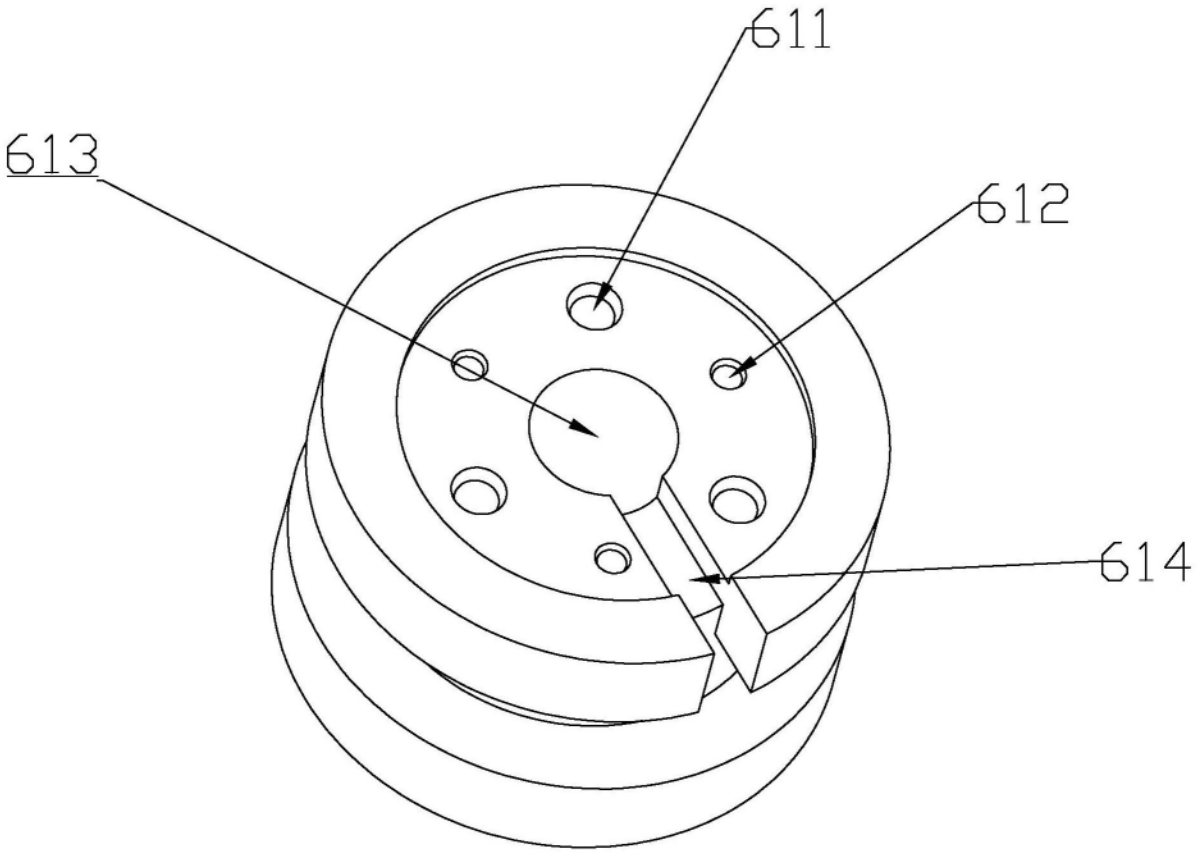


图2

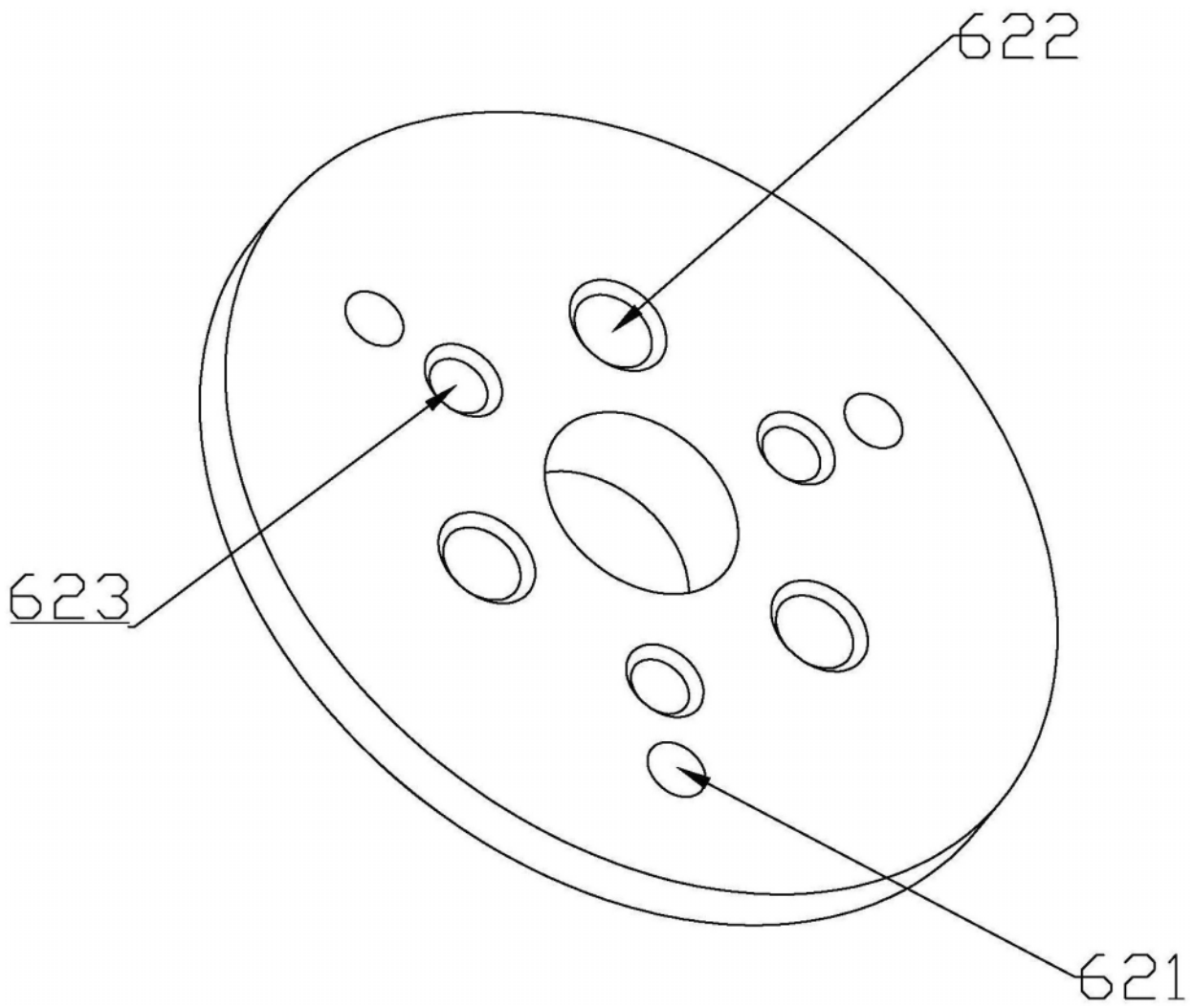


图3

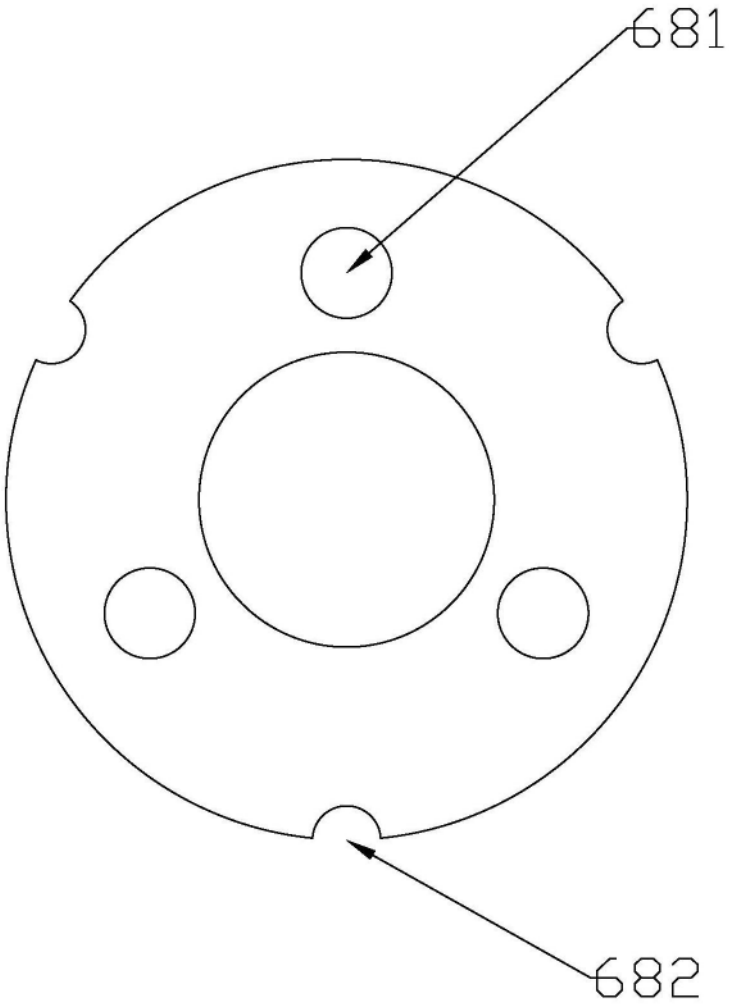


图4

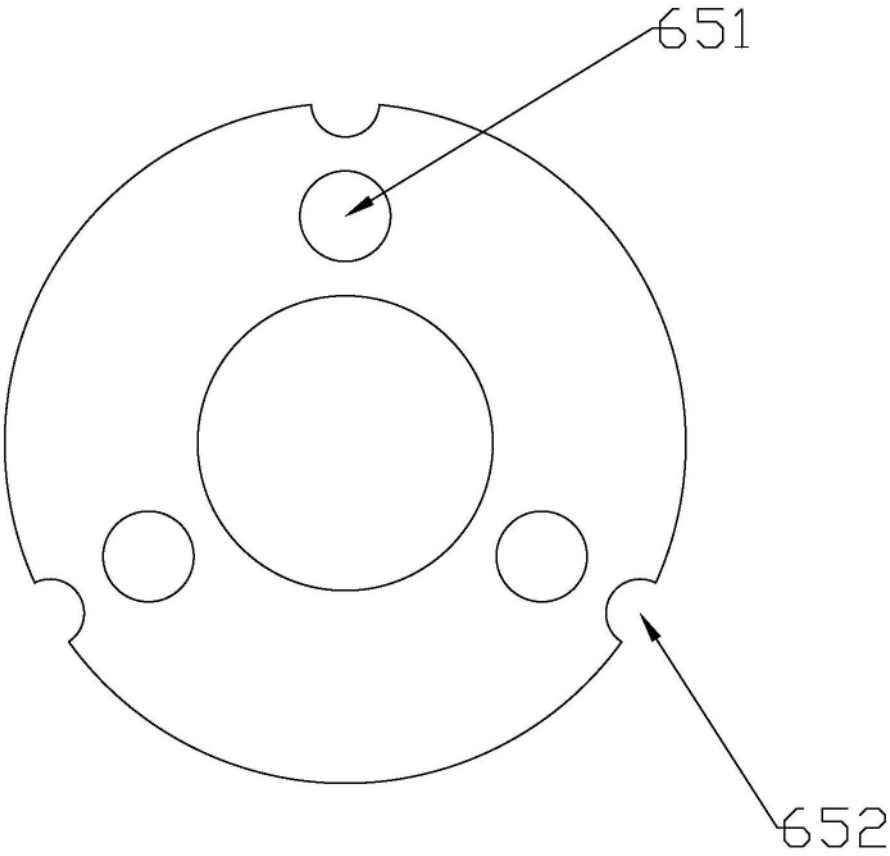


图5

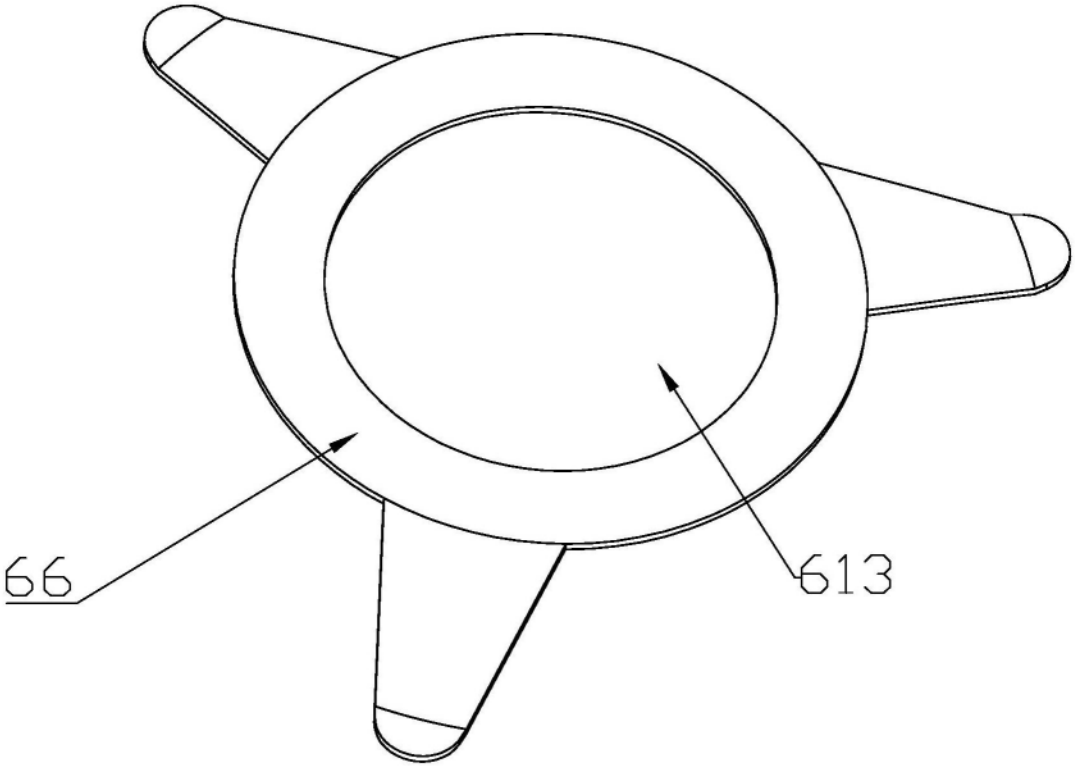


图6

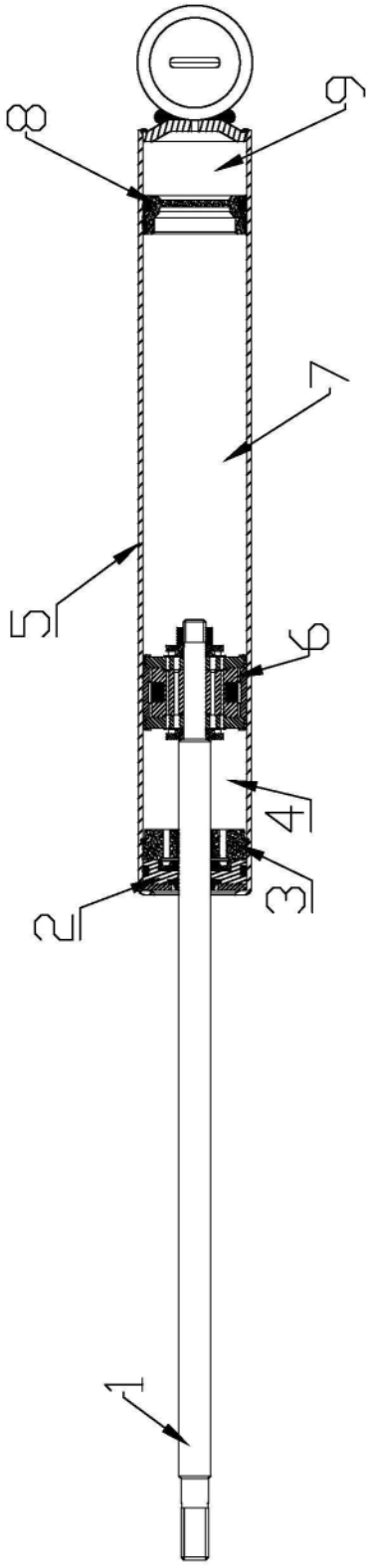


图7