



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104455178 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201410767028. 8

(22) 申请日 2014. 12. 11

(73) 专利权人 中国民航大学

地址 300300 天津市东丽区津北公路 2898 号

(72) 发明人 祝世兴 魏德功 杨永刚 田静

(74) 专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限公司 12209

代理人 王来佳

(51) Int. Cl.

F16F 9/53(2006. 01)

F16F 9/32(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102927191 A, 2013. 02. 13,

CN 1888466 A, 2007. 01. 03,

CN 2739412 Y, 2005. 11. 09,

JP 特开 2002-168282 A, 2002. 06. 14,

CN 102913587 A, 2013. 02. 06,

JP 特开 2012-207774 A, 2012. 10. 25,

审查员 王学鹏

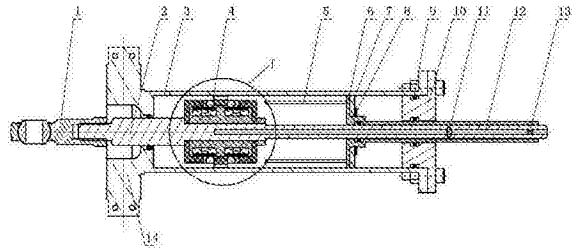
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种阻尼可调式磁流变减摆器

(57) 摘要

本发明涉及一种阻尼可调式磁流变减摆器,包括缸筒、活塞杆、活塞组件以及阻尼调节机构,所述缸筒的左端部外缘径向一体对称制有短轴,该缸筒的右端部同轴密封安装有端盖,所述缸筒内同轴穿装一活塞杆,该活塞杆的两端部均位于缸筒外部,所述缸筒内左侧的活塞杆同轴安装一活塞组件,对应该活塞组件的缸筒内右侧的活塞杆上同轴滑动安装阻尼调节机构,该阻尼调节机构围绕轴心旋转一定角度后与活塞组件配合安装在一起,位于缸筒外部的活塞杆左端部同轴螺纹连接杆端关节轴承。本减摆器具有结构简单、能耗低、体积小、响应快、阻尼力在较大范围内连续顺逆可调、良好的温度稳定性以及易于与计算机结合实现智能化控制等优良特性,应用前景十分广泛。



1. 一种阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:包括缸筒、活塞杆、活塞组件以及阻尼调节机构,所述缸筒的左端部外缘径向一体对称制有短轴,该缸筒的右端部同轴密封安装有端盖,所述缸筒内同轴穿装一活塞杆,该活塞杆的两端部均位于缸筒外部,所述缸筒内左侧的活塞杆同轴安装一活塞组件,对应该活塞组件的缸筒内右侧的活塞杆上同轴滑动安装阻尼调节机构,该阻尼调节机构围绕轴心旋转一定角度后与活塞组件配合安装在一起,位于缸筒外部的活塞杆左端部同轴螺纹连接杆端关节轴承;

所述活塞杆为阶梯轴结构,左端制有与所述杆端关节轴承连接的螺纹,右部轴向制有中心孔,该活塞杆的右端部径向对称制有固定阻尼调节机构的安装孔,位于该安装孔的活塞杆里侧同一圆周径向制有两个定位孔,该两个定位孔的中心轴线夹角为一定的角度,该活塞杆的里端部径向间隔制有两个与所述活塞组件连通的连接孔,该连接孔以及定位孔均与中心孔连通。

2. 根据权利要求1所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述两个定位孔的中心轴线夹角为30度。

3. 根据权利要求1或2所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述活塞组件为左、右对称的结构,包括一对螺旋凹槽导磁套环、一对导磁套环、绕线导磁环以及多孔式导向环,所述绕线导磁环同轴固装在活塞杆上,该绕线导磁环外缘左、右径向对称制有两个环形凹槽,两个环形凹槽内分别反向缠绕有线圈,两个环形凹槽底部均径向制有与所述活塞杆的连接孔对应的导磁环孔,所述绕线导磁环左、右两端部的外缘同轴对称固装有螺旋凹槽导磁套环,该螺旋凹槽导磁套环外缘与缸筒内壁形成缝隙,其中一个螺旋凹槽导磁套环的左端部卡装在活塞杆的阶梯轴端,另一个螺旋凹槽导磁套环的右端部通过螺母与活塞杆锁紧;所述螺旋凹槽导磁套环相对之间的绕线导磁环外缘同轴套装一对导磁套环,该两个导磁套环的相对端部之间制有的凹槽内同轴安装一多孔式导向环;所述多孔式导向环外缘与所述缸筒内壁摩擦接触,该多孔式导向环外缘里侧轴向均布置有多个大阻尼孔,相邻两个大阻尼孔之间的多孔式导向环轴向均布制有小阻尼孔,该大、小阻尼孔位于同一圆周,并且大阻尼孔的孔径为小阻尼孔孔径的两倍;

所述缸筒内壁与对称的螺旋凹槽导磁套环外缘之间的缝隙形成环形阻尼通道,所述阻尼孔与其两侧的环形阻尼通道串联形成与活塞杆同轴向的阻尼通道。

4. 根据权利要求3所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述大阻尼孔的数量为六个。

5. 根据权利要求3所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述线圈为二级并联方式,并采用绕向相反的异侧并联缠绕方式,该线圈的外部涂抹一定厚度的环氧树脂。

6. 根据权利要求3所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述螺旋凹槽导磁套环和导磁套环之间安装T型隔磁环。

7. 根据权利要求3所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述螺旋凹槽导磁套环的外缘制有螺旋槽,该螺旋槽的深度0.5mm,螺距1mm。

8. 根据权利要求3所述的阻尼可调式磁流变减摆器,其特征在于:所述阻尼调节机构包括调节器套筒以及调节顶针,所述调节器套筒与活塞杆同轴滑动套装在一起,该调节器套筒的左端部一体制有的环形端板圆周径向均布固装多个与大阻尼孔或小阻尼孔对应的调节顶针,该调节顶针的末端朝向多孔式导向环方向,该调节顶针的直径与所述小阻尼孔的

孔径相等。

9. 根据权利要求3所述的阻尼可调式磁流变减摆器, 其特征在于: 所述缸筒与活塞杆之间、调节器套筒与活塞杆之间、端盖与缸筒及活塞杆之间均安装O型圈。

一种阻尼可调式磁流变减摆器

技术领域

[0001] 本发明属于机械振动控制技术领域,涉及一种阻尼可调式磁流变减摆器。

背景技术

[0002] 飞机在起飞或着陆滑跑时,起落架前轮会产生一种偏离机轮中立位置的在侧向和扭转方向相互耦合的一种剧烈摆振。凡是可以操纵的机轮都可能发生摆振现象,如汽车的前轮及装有转向轮的小车在运动时也常常出现摆振现象。

[0003] 产生飞机前轮摆振的原因是:由支柱、前轮的侧向振动与围绕支柱轴线的前轮扭转振动相互耦合所引起的一种非常复杂的自激振动,维持这种自激振动的能量是在飞机滑跑过程中由地面作用在轮胎上的力及力矩提供的。

[0004] 针对飞机前轮的摆振现象所采取的有效措施,目前多采取被动控制的办法,常用的液压减摆器有活塞式和叶片式。当前轮发生摆振时,前起落架支柱上的防扭臂会带动活塞在减摆器壳体内往复运动,迫使容积减小的腔体内的流体通过活塞节流孔进入容积增大的腔体内,流体在经过节流孔来回流动过程中产生作用力,该力会产生一个对前起落架支柱轴线的阻尼力矩,由此抑制摆振,并且使摆振产生的机械能转变成热能耗散,从而起到减摆的作用。对于较大的摆振,必须通过减小节流孔和增大活塞的形式来实现摆振控制,使得减摆器体积增大,导致飞机质量增加,同时,被动控制的减摆器对低频外扰不敏感,这对于减少飞机摆振是非常不利的。

[0005] 经检索,发现一篇与本专利内容相关的专利文献,公开号为CN1994819的中国专利,该专利提供一种直升机桨毂磁流变减摆器,属直升机桨毂减摆器。该减摆器包括磁流变液(9)、电磁铁(1)、衔铁(3)、产生磁场的励磁线圈(6)、旋转轴(4)、往复式旋转活塞(5)、半圆形储液器(8)。磁流变液注入在储液器的内腔,往复式旋转活塞与旋转轴相连并一起作往复旋转,磁流变液随往复式旋转活塞在磁流变液回流通道内往复流动。通过改变输入电流的大小,改变桨毂减摆器的输出阻尼力矩。

[0006] 通过对比,上述专利公开文献与本发明的应用范围不同,本发明应用于飞机起落架以及其他可以操纵的机轮,上述专利公开文献应用于直升机旋翼桨毂;另外,两者的工作模式不同,本发明减摆器的工作模式为压差流动模式,上述专利公开文献所述减摆器的工作模式为剪切模式。

发明内容

[0007] 发明的目的是在于弥补现有技术上的缺陷,提供一种具有较好的阻尼特性、阻尼可调方式的磁流变减摆器,以防止和消除飞机滑跑时前轮的摆振现象。

[0008] 本发明的目的是这样实现的:

[0009] 一种阻尼可调式磁流变减摆器,包括缸筒、活塞杆、活塞组件以及阻尼调节机构,所述缸筒的左端部外缘径向一体对称制有短轴,该缸筒的右端部同轴密封安装有端盖,所述缸筒内同轴穿装一活塞杆,该活塞杆的两端部均位于缸筒外部,所述缸筒内左侧的活塞

杆同轴安装一活塞组件,对应该活塞组件的缸筒内右侧的活塞杆上同轴滑动安装阻尼调节机构,该阻尼调节机构围绕轴心旋转一定角度后与活塞组件配合安装在一起,位于缸筒外部的活塞杆左端部同轴螺纹连接杆端关节轴承;

[0010] 所述活塞杆为阶梯轴结构,左端制有与所述杆端关节轴承连接的螺纹,右部轴向制有中心孔,该活塞杆的右端部径向对称制有固定阻尼调节机构的安装孔,位于该安装孔的活塞杆里侧同一圆周径向制有两个定位孔,该两个定位孔的中心轴线夹角为一定的角度,该活塞杆的里端部径向间隔制有两个与所述活塞组件连通的连接孔,该连接孔以及定位孔均与中心孔连通。

[0011] 而且,所述两个定位孔的中心轴线夹角为30度。

[0012] 而且,所述活塞组件为左、右对称的结构,包括一对螺旋凹槽导磁套环、一对导磁套环、绕线导磁环以及多孔式导向环,所述绕线导磁环同轴固装在活塞杆上,该绕线导磁环外缘左、右径向对称制有两个环形凹槽,两个环形凹槽内分别反向缠绕有线圈,两个环形凹槽底部均径向制有与所述活塞杆的连接孔对应的导磁环孔,所述绕线导磁环左、右两端部的外缘同轴对称固装有螺旋凹槽导磁套环,该螺旋凹槽导磁套环外缘与缸筒内壁形成缝隙,其中一个螺旋凹槽导磁套环的左端部卡装在活塞杆的阶梯轴端,另一个螺旋凹槽导磁套环的右端部通过螺母与活塞杆锁紧;所述螺旋凹槽导磁套环相对之间的绕线导磁环外缘同轴套装一对导磁套环,该两个导磁套环的相对端部之间制有的凹槽内同轴安装一多孔式导向环;所述多孔式导向环外缘与所述缸筒内壁摩擦接触,该多孔式导向环外缘里侧轴向均布置有多个大阻尼孔,相邻两个大阻尼孔之间的多孔式导向环轴向均布制有小阻尼孔,该大、小阻尼孔位于同一圆周,并且大阻尼孔的孔径为小阻尼孔孔径的两倍;

[0013] 所述缸筒内壁与对称的螺旋凹槽导磁套环外缘之间的缝隙形成环形阻尼通道,所述阻尼孔与其两侧的环形阻尼通道串联形成与活塞杆同轴向的阻尼通道。

[0014] 而且,所述大阻尼孔的数量为六个。

[0015] 而且,所述线圈为二级并联方式,并采用绕向相反的异侧并联缠绕方式,该线圈的外部涂抹一定厚度的环氧树脂。

[0016] 而且,所述螺旋凹槽导磁套环和导磁套环之间安装T型隔磁环。

[0017] 而且,所述螺旋凹槽导磁套环的外缘制有螺旋槽,该螺旋槽的深度0.5mm,螺距1mm。

[0018] 而且,所述阻尼调节机构包括调节器套筒以及调节顶针,所述调节器套筒与活塞杆同轴滑动套装在一起,该调节器套筒的左端部一体制有的环形端板圆周径向均布固装多个与大阻尼孔或小阻尼孔对应的调节顶针,该调节顶针的末端朝向多孔式导向环方向,该调节顶针的直径与所述小阻尼孔的孔径相等。

[0019] 而且,所述缸筒与活塞杆之间、调节器套筒与活塞杆之间、端盖与缸筒及活塞杆之间均安装O型圈。

[0020] 本发明的优点和积极效果是:

[0021] 1、本减摆器阻尼力具有多种调节方式,一是通过阻尼调节机构来改变多孔式导向环的阻尼孔数量、大小以实现初始阻尼的调节;二是通过调节输入电流来改变阻尼通道间隙处磁流变液的剪切屈服强度,实现减摆器阻尼力的调节;三是在无外加磁场或外加磁场较弱时,螺旋凹槽导磁套环的螺旋槽能够充分发挥磁流变液的流动性能,降低粘滞力,减少

磁流变液的沉降和淤积,防止气泡产生。本发明中的阻尼通道是由对称的环形阻尼通道与小阻尼孔(或大阻尼孔)串联而成,且小阻尼孔(或大阻尼孔)结构设计时确保没有磁场通过,而两端环形阻尼通道通过外加磁场来调节流经此处磁流变液的粘度。

[0022] 2、本发明既能保证零磁场条件下的最小阻尼,又可增加减摆器的阻尼力的调节范围。线圈采用二级并联的方式,异侧并联的缠绕方式有效降低了减摆器的响应时间,增大响应速度和阻尼力的可控性,提高了减摆器的工作效率。导磁套环改变了磁通流动方式,使阻尼通道的有效工作长度基本能够覆盖整个活塞,充分利用有效阻尼通道。由于其具有良好的减震性和可控性,可有效防止和消除飞机前起落架的摆振现象。

[0023] 3、本磁流变减摆器是一种半主动摆振控制装置,具有结构简单、能耗低、体积小、响应快、阻尼力在较大范围内连续顺逆可调、良好的温度稳定性以及易于与计算机结合实现智能化控制等优良特性,可以克服传统被动阻尼器状态反馈量难测、主动控制力能耗大以及时滞与溢出等缺陷,适用于作为结构摆振控制的作动器。由于其良好的控制效果,磁流变减摆器在摆振控制中有很大的优越性,应用前景十分广泛。

附图说明

[0024] 图1是本发明的俯视剖视图;

[0025] 图2是本发明的主视剖视图;

[0026] 图3是图1中的I部放大图;

[0027] 图4是图2的A-A向剖视图;

[0028] 图5是本发明中阻尼调节机构的调节杆针插入阻尼孔内的结构示意图;

[0029] 图6是本发明的立体结构示意图。

[0030] 附图标记说明:

[0031] 1-杆端关节轴承、2-活塞杆、3-缸筒、4-活塞组件、5-调节顶针、6-调节器套筒、7-压环、8-弹性挡圈、9-O型圈、10-端盖、11-定位孔、12-中心孔、13-安装孔、14-短轴、15A-导磁环孔、15B-连接孔、16-销钉、17-T型隔磁环、18-多孔式导向环、19-导磁套环、20-线圈、21-螺旋凹槽导磁套环、22-绕线导磁环、23-螺母、24-环氧树脂、25-大阻尼孔、26-小阻尼孔。

具体实施方式

[0032] 下面通过附图结合实施例,对本发明进一步说明,下述实施例是说明性的,不是限定性的,不能以下述实施例来限定本发明的保护范围。

[0033] 一种阻尼可调式磁流变减摆器,如图1、图2所示,包括缸筒3、活塞杆2、活塞组件4以及阻尼调节机构,所述缸筒的左端径向一体对称制有两根用于与飞机连接的短轴14,该缸筒的右端部同轴密封安装有端盖10,所述缸筒内同轴穿装一活塞杆,该活塞杆的两端部均位于缸筒外部,所述缸筒左侧内的活塞杆上同轴安装一活塞组件,对应该活塞组件的缸筒内右侧的活塞杆上同轴滑动安装阻尼调节机构,所述活塞杆的左端部同轴螺纹连接杆端关节轴承1。在组装本减摆器的过程中,为了方便起见,通过销钉16将阻尼调节机构与活塞杆连接在一起。

[0034] 本实施例中,所述活塞杆为阶梯轴结构,左端制有与所述杆端关节轴承连接的螺

纹,右部轴向制有中心孔12,该活塞杆的右端部径向对称制有固定阻尼调节机构的安装孔13,位于该安装孔的活塞杆里侧径向制有两个定位孔11,该定位孔的中心轴线夹角为30度,该活塞杆的里端部径向间隔制有两个与所述活塞组件连通的连接孔15B,该连接孔以及定位孔均与中心孔连通。

[0035] 所述活塞组件为左、右对称的结构,如图3所示,包括一对螺旋凹槽导磁套环21、一对导磁套环19、绕线导磁环22以及多孔式导向环18,所述绕线导磁环同轴固装在活塞杆上,该绕线导磁环外缘左、右径向对称制有两个环形凹槽(图中未标注),两个环形凹槽内分别反向缠绕有线圈20,该两组线圈为二级并联方式,并采用绕向相反的异侧并联缠绕方式,两组线圈可以同时工作或独立工作,该线圈的外部涂抹一定厚度的环氧树脂24以起到密封作用,两个环形凹槽底部均径向制有与所述活塞杆的连接孔对应的导磁环孔15A(如图2所示),所述绕线导磁环左、右两端部的外缘同轴对称固装有螺旋凹槽导磁套环,该螺旋凹槽导磁套环外缘与缸筒内壁形成缝隙,其中一个螺旋凹槽导磁套环的左端部卡装在活塞杆的阶梯轴端,另一个螺旋凹槽导磁套环的右端部通过螺母23锁紧;所述螺旋凹槽导磁套环相对之间的绕线导磁环外缘同轴套装一对导磁套环,为了避免磁通经由导磁套环形成回路,造成漏磁,在螺旋凹槽导磁套环和导磁套环之间安装T型隔磁环17,该两个导磁套环相对端部之间制有的凹槽内同轴安装一多孔式导向环;所述多孔式导向环外缘与所述缸筒内壁摩擦接触,该多孔式导向环外缘里侧轴向均布置有多个大阻尼孔25,如图4所示,相邻两个大阻尼孔之间的多孔式导向环轴向均布制有小阻尼孔26(小阻尼孔同样也为六个),该大、小阻尼孔位于同一圆周,即相邻大、小阻尼孔的轴线夹角为 α 为30度,并且大阻尼孔的孔径为小阻尼孔孔径的两倍。

[0036] 所述缸筒内壁与对称的螺旋凹槽导磁套环外缘之间的缝隙形成环形阻尼通道,所述阻尼孔与其两侧的环形阻尼通道串联形成与活塞杆同轴向的阻尼通道。

[0037] 所述螺旋凹槽导磁套环的外缘制有螺旋槽,螺旋槽的深度0.5mm,螺距1mm,该螺旋凹槽导磁套环最大外径与缸筒内壁之间的缝隙B为2mm。该螺旋凹槽的作用是能够充分发挥磁流变液的流动特性,降低粘滞力,减少磁流变液的沉降和淤积,防止产生气泡。

[0038] 所述阻尼调节机构的结构如图1、图2所示,包括调节器套筒6以及调节顶针5,所述调节器套筒与活塞杆同轴滑动套装在一起,该调节器套筒的左端部一体制有的环形端板圆周径向均布固装六个调节顶针,该调节顶针的末端朝向多孔式导向环方向,该调节顶针的直径与所述小阻尼孔的孔径相等。调试的过程中,移动阻尼调节机构,六个调节针杆完全插入大阻尼孔时,大阻尼孔的截面积与小阻尼孔相同,即改变了阻尼孔的大小;当阻尼调节机构旋转30度时,调节针杆全部插入小阻尼孔时,小阻尼孔完全堵住,仅大阻尼孔能通过磁流变液,即减小了阻尼孔的数量。

[0039] 为了防止调节顶针松动,所述调节器套筒环形端板右侧同轴固装压环7,该压环的外侧安装弹性挡圈8。

[0040] 为了提高本减摆器的密封性能,所述缸筒与活塞杆之间、调节器套筒与活塞杆之间、端盖与缸筒及活塞杆之间均安装O型圈9。

[0041] 本发明中的大(或小)阻尼孔数量由初始阻尼力和流量来确定,本实施例中的数量为6个。

[0042] 本发明中的阻尼通道是由对称的环形阻尼通道与小阻尼孔(或大阻尼孔)串联而

成,且小阻尼孔(或大阻尼孔)结构设计时确保没有磁场通过,而两端环形阻尼通道通过外加磁场来调节流经此处磁流变液的粘度。

[0043] 本发明的使用方法为:

[0044] 根据不同的机型先测试飞机前轮的阻尼,进而调节减摆器工作时初始阻尼力的大小,具体方法为:

[0045] 旋转阻尼调节机构相对于活塞组件转动30度,将调节顶针插入大(或小)阻尼孔内,通过销钉插入活塞杆的定位孔中从而将阻尼调节机构锁紧。通过调节顶针插入不同大、小的阻尼孔,产生的阻尼力效果也不同,调节完毕后使用销钉将阻尼调节机构固定在活塞杆上,即可安装在飞机前轮立柱的零部件上。

[0046] 本发明的工作原理阐述如下:

[0047] 当给两组线圈施加电流后,通电线圈产生的总磁通在流经活塞组件两端时发生分流,一部分磁通直接在活塞组件边缘处通过阻尼通道流向缸壁,另一部分磁通首先流向导磁套环,再经由导磁套环流向缸壁。按照上述磁通流动方式,减摆器活塞组件两端及导磁套环上方的阻尼通道均是有效工作长度,使得阻尼通道的有效工作长度基本覆盖活塞全长,充分利用了有效阻尼通道。

[0048] 使用减摆器之前,当飞机在起飞或着陆的滑跑过程中,飞机前轮会产生偏离机轮中立位置在侧向和扭转方向相互耦合的一种剧烈摆振。摆振产生的力推动减摆器的活塞杆往复移动,活塞杆的位移变化带动了缸筒内磁流变液的流动,活塞两端的磁流变液通过多孔式导向环的阻尼孔往复流动。当磁流变液流经螺旋凹槽导磁套环、多孔式导向环及导磁套环时,会产生较大的粘性力,可以通过移动阻尼调节机构将调节针杆插入多孔式导向环的阻尼孔的方法来调节阻尼孔的大小、数量,进而调节减摆机构工作时初始阻尼力的大小,根据插入阻尼孔的大小不同,产生的阻尼力效果也不同。

[0049] 本发明的有益效果是:

[0050] 本减摆器阻尼力具有多种调节方式,一是通过阻尼调节机构来改变多孔式导向环的阻尼孔数量、大小以实现初始阻尼的调节;二是通过调节输入电流来改变阻尼通道间隙处磁流变液的剪切屈服强度,实现减摆器阻尼力的调节;三是在无外加磁场或外加磁场较弱时,螺旋凹槽导磁套环的螺旋槽能够充分发挥磁流变液的流动性能,降低粘滞力,减少磁流变液的沉降和淤积,防止气泡产生。本发明中的阻尼通道是由对称的环形阻尼通道与小阻尼孔(或大阻尼孔)串联而成,且小阻尼孔(或大阻尼孔)结构设计时确保没有磁场通过,而两端环形阻尼通道通过外加磁场来调节流经此处磁流变液的粘度。

[0051] 本发明即能保证零磁场条件下的最小阻尼,又可增加减摆器的阻尼力的调节范围。线圈采用二级并联的方式,异侧并联的缠绕方式有效降低了减摆器的响应时间,增大响应速度和阻尼力的可控性,提高了减摆器的工作效率。导磁套环改变了磁通流动方式,使阻尼通道的有效工作长度基本能够覆盖整个活塞,充分利用有效阻尼通道。由于其具有良好的减震性和可控性,可有效防止和消除飞机前起落架的摆振现象。

[0052] 需要强调的是,本发明所述的实施例是说明性的,而不是限定性的,因此本发明包括并不限于具体实施方式中所述的实施例,凡是由本领域技术人员根据本发明的技术方案得出的其他实施方式,同样属于本发明保护的范畴。

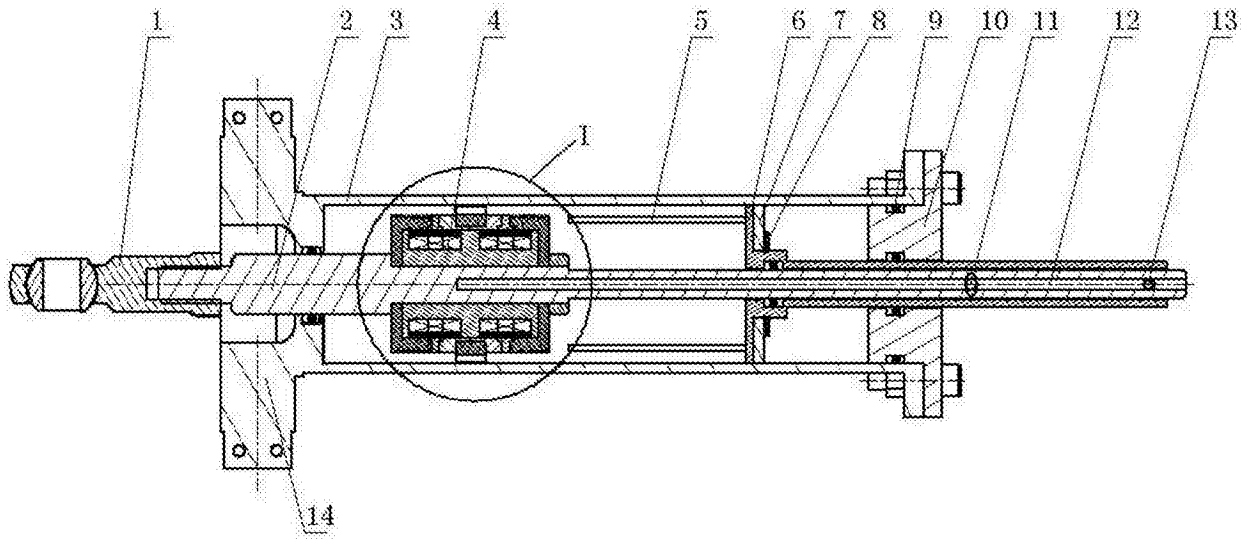


图1

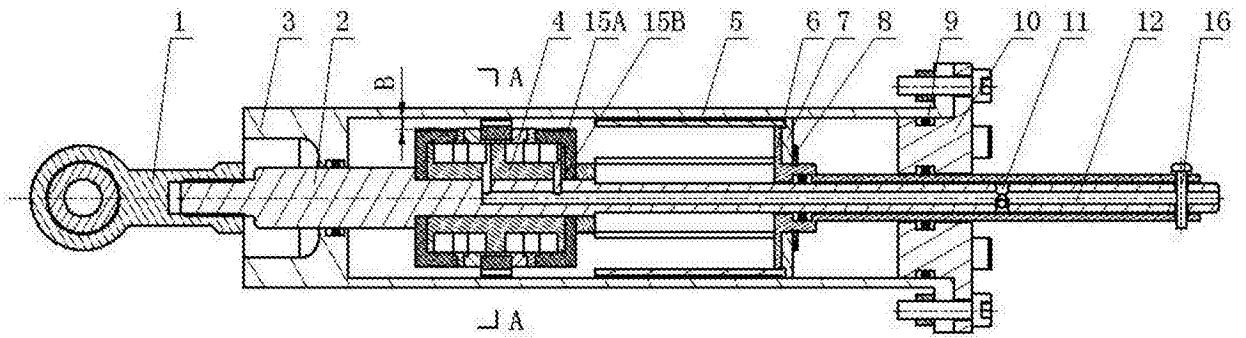


图2

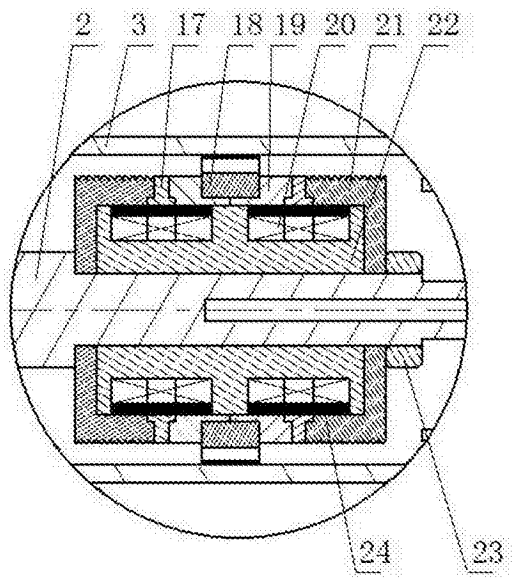


图3

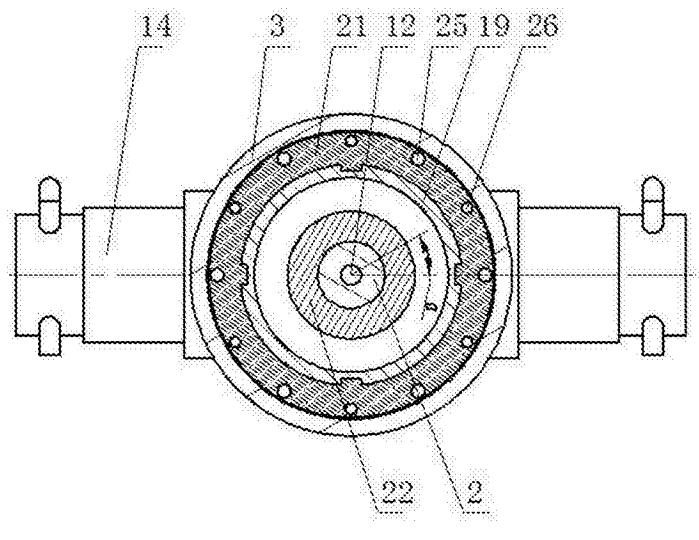


图4

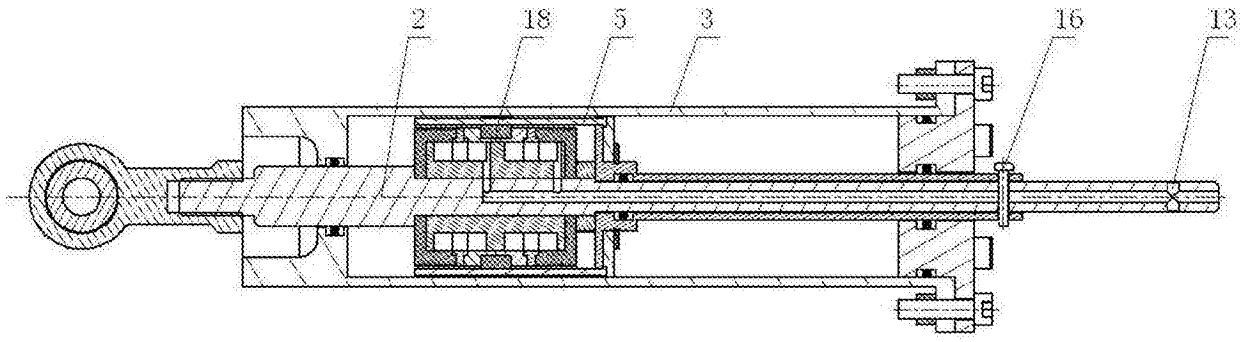


图5

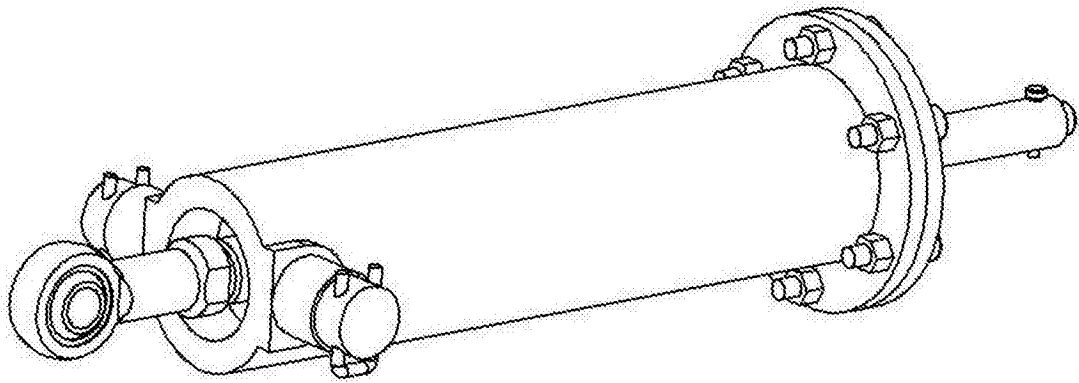


图6