(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105546026 A
(43)申请公布日 2016.05.04

(21)申请号 201510989738.X

(22)申请日 2015.12.24

(71)申请人 吉林大学
地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 陈志勇 刘程 史文库 郑煜圣 范朝梦

(74)专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201
代理人 杜森垚

(51)Int.Cl.
*F16F 15/023*(2006.01)
*F16F 15/08*(2006.01)
*F16F 15/02*(2006.01)

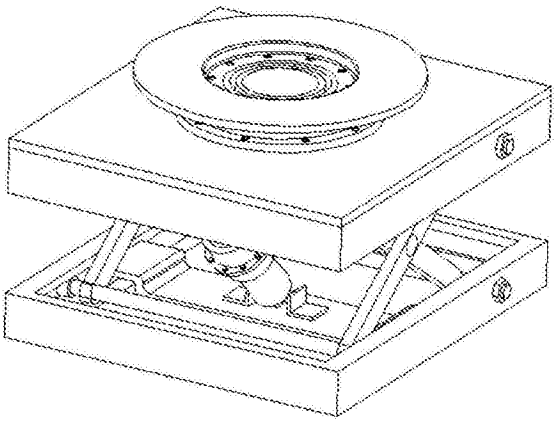
权利要求书1页 说明书5页 附图10页

(54)发明名称

基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振矿用自卸车座椅

(57)摘要

本发明公开了一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，旨在解决普通汽车座椅不能隔离水平方向低频振动的问题，其由竖直隔振部分和水平隔振部分组成，竖直隔振部分包括剪式悬架和零刚度磁力阻尼器，剪式悬架包括剪式悬架上部和剪式悬架下部之间连接有铰接连杆机构，零刚度磁力阻尼器两端分别与剪式悬架上部下部；水平隔振部分包括上部板、橡胶减振弹簧座、主磁铁组、外磁铁组、座椅固定架，当座椅受水平方向振动时，座盆连接板水平振动，使得橡胶减震弹簧水平振动，同时底板上磁铁相对振动，橡胶弹簧和磁力负刚度弹簧对上部板的作用力使上部板保持较小振动位移，从而隔离水平方向上振动。



CN 105546026 A

1.一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其特征在于，由竖直隔振部分和水平隔振部分组成，水平隔振部分固定连接在竖直隔振部分上面；所述竖直隔振部分包括剪式悬架和零刚度磁力阻尼器(4)，所述剪式悬架包括剪式悬架上部(1)和剪式悬架下部(2)，剪式悬架包括剪式悬架上部(1)和剪式悬架下部(2)之间连接有铰接连杆机构，剪式悬架下部(2)上固定有折板(3)，零刚度磁力阻尼器(4)两端分别与剪式悬架上部(1)和折板(3)铰接。

2.如权利要求1所述的一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其特征在于，所述铰接连杆机构包括两组平行设置的交叉连杆、两根长绞制孔螺栓(12)和两根水平销轴(10)，两根长绞制孔螺栓(12)分别固定安装在剪式悬架上部(1)和剪式悬架下部(2)，两根水平销轴(10)分别滑动连接在剪式悬架上部(1)和剪式悬架下部(2)，每组交叉连杆由两根连接杆(8)交叉销接构成，每根连接杆(8)均一端与长绞制孔螺栓(12)铰接，另外一端与横向水平销轴(10)铰接。

3.如权利要求1所述的一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其特征在于，所述零刚度磁力阻尼器(4)包括工作缸筒、外永磁铁(17)、活塞杆(13)、空气弹簧(20)、浮动活塞(19)，活塞杆(13)插入工作缸筒(14)且可相对工作缸筒进行轴向滑动，活塞杆(13)下部固定有内永磁铁(22)，工作缸筒(14)包括固定连接的上部工作缸筒(14)与下部工作缸筒(15)，上下部工作缸筒中间通过永磁铁固定座(23)装配有外永磁铁(17)，永磁铁固定座(23)上设有伸张阀(24)及压缩阀(16)，空气弹簧(20)设置在下工作缸筒(15)的下部，浮动活塞(19)设置在空气弹簧(20)上方，浮动活塞(19)与下工作缸筒(15)内壁密封活动连接，浮动活塞(19)上方填充阻尼液(21)。

4.如权利要求1所述的一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其特征在于，所述水平隔振部分包括上部板(25)、橡胶减振弹簧座(26)、主磁铁组(27)、外磁铁组(28)、座椅固定架(29)，上部板(25)固定于所述剪式悬架上方，橡胶减振弹簧座(26)固定在上部板(25)上，座椅固定架(29)螺栓连接在橡胶减振弹簧座(26)上，在上部板(25)上部中央设有凸台且凸台外围粘接主磁铁组(27)，座椅固定架(29)下部设有凸台且凸台内侧与外磁铁组(28)粘接，主磁铁组(27)位于外磁铁组(28)的正中央。

# 基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振矿用自卸车座椅

## 技术领域

[0001] 本发明属于汽车车用座椅领域，具体涉及一种应用于矿用自卸车的基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅。

## 背景技术

[0002] 随着汽车产业的发展，对汽车乘坐舒适性提出更高要求，汽车座椅是影响驾驶员重要因素之一，而矿用自卸车作为一种常见的采矿用车，其驾驶道路为崎岖的矿山道路，驾驶条件十分的恶劣。矿用自卸车驾驶员由于长时间的工作条件恶劣，如果乘坐在一般没有隔振效果的座椅上，脊柱以及肠胃等器官受到伤害的几率相对于其他车辆的驾驶员大大的增加。由于矿用自卸车的人机系统及其复杂，因此提高驾驶员的舒适性是各个环节隔振性能的综合调节，作为与驾驶员臀部以及腰部直接接触的座椅，其安全性和舒适度对于驾驶员的健康是至关重要的。其座椅的隔振技术也是国内外研究的重要领域之一。

[0003] 目前，传统的矿用自卸车的座椅隔振方式为无源隔振以及半有源隔振。其制作方法是在座椅的下部安装减振弹簧，该类座椅的隔振方法的缺点是弹簧刚度选择以及老化问题使得座椅的隔振效果不尽令人满意，甚至有时候会起到放大振动的效果，还有便是该种隔振方法主要针对的是竖直方向的隔振效果，对左右和前后方向是没有隔振效果的，而实际矿用自卸车行驶过程中工况复杂，受到空间力的作用，不仅受到竖直方向的力的作用，而且左右和前后方向的振动，其中左右和前后方向的振动不仅影响驾驶员的身体健康，而且会影响驾驶员的操作稳定性。综上所述，为矿用自卸车开发一种多维、非线性隔振座椅是非常必要的。

## 发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明提供了一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其目的在于克服普通汽车座椅不能隔离水平方向低频振动，只能隔离竖直方向振动，不适用于多维振动环境的问题，同时整个系统结构简单，不需要精密的设计和加工的部件就能到达好的隔振效果。

[0005] 为了实现上述目的，本发明采取的技术方案，结合附图：

[0006] 一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，由竖直隔振部分和水平隔振部分组成，水平隔振部分固定连接在竖直隔振部分上面；所述竖直隔振部分包括剪式悬架和零刚度磁力阻尼器4，所述剪式悬架包括剪式悬架上部1和剪式悬架下部2，剪式悬架包括剪式悬架上部1和剪式悬架下部2之间连接有铰接连杆机构，剪式悬架下部2上固定有折板3，零刚度磁力阻尼器4两端分别与剪式悬架上部1和折板3铰接。

[0007] 所述的一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其中，铰接连杆机构包括两组平行设置的交叉连杆、两根长绞制孔螺栓12和两根水平销轴10，两根长绞制孔螺栓12分别固定安装在剪式悬架上部1和剪式悬架下部2，两根水平销轴10分别滑动连接在剪式悬架上部1和剪式悬架下部2，每组交叉连杆由两根连接杆8交叉销接构成，每根连接

杆8均一端与长绞制孔螺栓12铰接，另外一端与横向水平销轴10铰接。

[0008] 所述的一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其中，零刚度磁力阻尼器4包括工作缸筒、外永磁铁17、活塞杆13、空气弹簧20、浮动活塞19，活塞杆13插入共作缸筒且可相对工作缸筒14进行轴向滑动，活塞杆13下部固定有内永磁铁22，工作缸筒包括固定连接的上部工作缸筒14与下部工作缸筒15，上下部工作缸筒中间通过永磁铁固定座23装配有外永磁铁17，永磁铁固定座23上设有伸张阀24及压缩阀16，空气弹簧20设置在下工作缸筒15的下部，浮动活塞19设置在空气弹簧20上方，浮动活塞19与下工作缸筒15内壁密封活动连接，浮动活塞19上方填充阻尼液21。竖直方向上的隔振原理为：零刚度电磁阻尼器以及剪式悬架共同起作用隔振竖直方向的低频振动。当汽车通过凸路面或是走出凹路面时，工作缸筒相对于活塞杆上移，空气弹簧进行压缩，活动塞上移，空气弹簧的弹力增加，但由于电磁铁负刚度弹簧磁力作用，使活塞杆的受力依旧为平衡状态，因此活塞杆位置相对于剪式悬架上部不变，相应的驾驶员在驾驶舱内竖直方向的位移接近为零，反之当汽车通过凹路面或是走出凸路面时，空气弹簧和负刚度磁力弹簧的对活塞杆的作用力相反，使活塞杆依旧处于平衡状态，从而衰减竖直方向上振动。

[0009] 所述的一种基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅，其中，水平隔振部分包括上部板25、橡胶减振弹簧座26、主磁铁组27、外磁铁组28、座椅固定架29，上部板25固定于所述剪式悬架上方，橡胶减振弹簧座26固定在上部板25上，座椅固定架29螺栓连接在橡胶减振弹簧座26上，在上部板25上部中央设有凸台且凸台外围粘接主磁铁组27，座椅固定架29下部设有凸台且凸台内侧与外磁铁组28粘接，主磁铁组27位于外磁铁组28的正中央。水平方向隔振原理：当座椅受水平方向振动时，座盆连接板水平振动，使得橡胶减震弹簧水平振动，同时底板上磁铁相对振动，橡胶弹簧和磁力负刚度弹簧对上部板的作用力使上部板保持较小振动位移，从而隔离水平方向上振动。

[0010] 通过以上技术方案与现有技术相比，本发明隔振汽车座椅分为竖直隔振部分和水平隔振部分，两部分之间固定连接。在竖直方向上采用电磁力负刚度弹簧和气体正刚度弹簧并联的结构，可以通过调节电磁力的大小，来调节竖直方向上的电磁力负刚度弹簧的刚度大小，在水平方向采用磁力弹簧提供负刚度和橡胶弹簧提供正刚度的形式达到水平方向隔振的效果。

[0011] 总体而言，本发明为非线性隔振系统，增加了现有汽车座椅的隔振维数，具有竖直，水平三维空间的隔振效果，提高驾驶员整体舒适性。本发明在现有汽车座椅的基础上，改进了原有的竖直方向上的隔振效果，并增大了汽车其他零件的布置空间，增加了水平隔振装置，减少了水平振动对驾驶员影响，新增加的部件具有结构简单，方便使用等优点。

**附图说明：**

[0012] 图1为本发明隔振汽车座椅三维整体结构示意图。

[0013] 图2为本发明竖直隔振部分三维结构示意图。

[0014] 图3为本发明竖直隔振部分零刚度磁力阻尼器的三维图。

[0015] 图4为本发明竖直隔振部分零刚度磁力阻尼器的内部结构剖面图。

[0016] 图5为本发明竖直隔振部分零刚度磁力阻尼器静平衡状态下局部放大受力图。

[0017] 图6为本发明竖直隔振部分零刚度磁力阻尼器振动状态下局部放大受力图。

[0018] 图7为本发明水平隔振部分第一实施三维示意图。

[0019] 图8为本发明水平隔振部分第一实施三维局部剖视图。

[0020] 图9为本发明水平隔振部分第一实施橡胶减振弹簧座三维示意图。

[0021] 图10为本发明水平隔振部分第一实施上部板三维示意图。

[0022] 图11为本发明水平隔振部分第一实施座椅固定架三维示意图。

[0023] 图12为本发明水平隔振部分第一实施例剖面振动状态下受力图。

[0024] 图13为本发明水平隔振部分第二实施例三维示意图。

[0025] 图14为本发明水平隔振部分第二实施例三维局部剖视图。

## 具体实施方式

[0026] 本发明提供的隔振器设计思想是:利用具有负刚度的磁力元件与具有正刚度的弹性元件并联,从而降低水平方向和垂直方向振动。

[0027] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明。在此需要说明的是,对于这些实施方式的说明用于帮助理解本发明,但并不构成对本发明的限定。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0028] 如图1所示,基于磁力负刚度弹簧设计的低频三维隔振汽车座椅,由竖直隔振部分和水平隔振部分组成,竖直隔振部分和水平隔振部分分别起到了竖直方向和水平平面各个方向隔振作用,两部分之间通过螺栓固定或者直接焊接,本实例中,竖直方向隔振部分在下,水平方向隔振部分在上。

[0029] 如图2所示为竖直隔振部分,竖直隔振部分是由剪式悬架、折板3、零刚度磁力阻尼器4、第一阻尼器销轴6、第二阻尼器销轴7组成。剪式悬架结构:剪式悬架下部底座2与车身固连,折板3焊接在剪式悬架下部2,剪式悬架下部2与剪式悬架上部1之间连接有铰接连杆机构,铰接连杆机构包括两组平行设置的交叉连杆,每组交叉连杆由两根连接杆8中间通过销11交叉连接构成,两根水平销轴10分别通过滚子球轴承与剪式悬架上部1及剪式悬架下部2进行滑动连接,两根长绞制孔螺栓12分别与剪式悬架上部1及剪式悬架下部2通过螺母进行固连,每根连接杆8均一端与长绞制孔螺栓12铰接,另外一端与横向水平销轴10铰接。本例中以剪式悬架为基础,零刚度磁力阻尼器4上部通过第一阻尼器销轴6与上耳件9相连接,零刚度磁力阻尼器4下部通过第二阻尼器销轴7与下耳件5连接,上耳件9则通过螺栓与剪式悬架1上部固连,下耳件5通过螺栓与折板3固定连接。

[0030] 如图3为零刚度磁力阻尼器的三维图。零刚度磁力阻尼器由工作缸筒14、外永磁铁17、活塞杆13、空气弹簧20等部件构成。工作缸筒14分为上部工作缸筒14与下部工作缸筒15两部分,中间用螺栓连接,活塞杆13插入共作缸筒14,上部工作缸筒14与活塞杆13之间装有滑动轴承,使得活塞杆13可以相对工作缸筒14进行轴向滑动。为进一步说明其内部结构,图4为零刚度磁力阻尼器的内部结构剖面图:如图4所示,上部工作缸筒14的下部有缺口,与下部工作缸15进行轴向定位,下部工作缸筒15的上部凸台卡在上部工作缸筒14下部的缺口中,并且在中间添加垫圈,起到密封以及定位作用,上下两工作缸筒中间通过永磁铁固定座23装配有外永磁铁17(N极向上,S极向下);下工作缸筒15的最下部为空气弹簧20。空气弹簧20上方为浮动活塞19,浮动活塞19可以沿着下工作缸筒15内壁滑动,用橡胶o形密封圈18进行密封,浮动活塞19上方填充阻尼液21,浮动活塞19隔绝空气弹簧20与阻尼液21。活塞杆13

下部设有阶梯，用来定位内永磁铁22，永磁铁22下部通过螺母以及垫圈进行轴向固定，永磁铁固定座23上设有伸张阀24以及压缩阀16。

[0031] 竖直方向隔振部分的隔振原理：

[0032] 零刚度磁力阻尼器4与剪式悬架共同起作用隔振竖直方向的低频振动。如图5所示，当静止时，空气弹簧20压缩，伸张阀24以及压缩阀16处于关闭状态，阻尼液21将空气弹簧20的弹力F1传递给永磁体固定座23，与活塞受到的挤压力F2相平衡。此时，内永磁铁22和外永磁铁17的中心位置正好对应，两磁铁间磁力合力为零，活塞杆13处于静平衡状态。当汽车通过凸路面或是出凹路面时，如图6所示，工作缸筒15相对于活塞杆13上移，空气弹簧20进行压缩，浮动活塞19下移，空气弹簧20的弹力增加为f，并且此时伸张阀24打开，下方阻尼液21通过伸张阀24流向上方腔体内，产生向上的阻尼力F4，使系统产生正向刚度$K_{正}=\frac{f+F_4}{x}$，由于工作缸筒上移，导致外永磁铁16上移，产生向下的磁力F3，从而使系统产生负向刚度$K_{负}=\frac{F_3}{x}$，此时系统的总刚度$K_{竖}=K_{正}+K_{负}$趋近于零。因此，活塞杆位置相对于剪式悬架上部1不变，没有振动传递到活塞杆13上，从而隔离来自剪式悬架下部2竖直方向振动，反之当汽车通过凹路面或是走出凸路面时，空气弹簧20和阻尼液21对活塞杆13的作用力使系统产生的正刚度$K_{正}$，内永磁铁22和外永磁铁17相互磁力作用使系统产生负刚度$K_{负}$，此时系统的总刚度$K_{竖}=K_{正}+K_{负}$趋近于零，使座椅的竖直方向固有频率$\omega_{竖}=2\pi\sqrt{\frac{K_{竖}}{m}}$趋近于零，进而隔离外界对座椅系统竖直方向上振动。

[0033] 所述的水平隔振部分布置于竖直隔振部分上部或下部，本例以处于上部为例进行说明。图7为水平面隔振部分第一实施例示意图，图8为图7部分局部剖视示意图，水平隔振部分是由上部板25、橡胶减振弹簧座26、主磁铁组27、外磁铁组28、座椅固定架29等部件组成。上部板25焊接或者螺栓固定于剪式悬架上方，橡胶减振弹簧座26(图9为其三维结构)通过螺栓与上部板25连接，橡胶减振弹簧座26上部与座椅固定架29通过螺栓连接；在上部板25上部中央设有凸台，凸台外围粘接主磁铁组27，其装配关系如图10所示；在座椅固定架29下部设有凸台，座椅固定架29下部凸台同轴位于上部板25上部凸台外侧，且座椅固定架29下部凸台内侧与外磁铁组28粘接，其装配关系如图11所示；装配时主磁铁组27处于外磁铁组28的正中央，且主磁铁组27与外磁铁组28相互对应。

[0034] 水平方向隔振原理：

[0035] 主磁铁外围为N极，内部为S极，外围磁铁与主磁铁相对应的磁极为S极，相反方向为N极。当汽车静止的时候，主磁铁组27处于外磁铁组28中间位置。如图12所示，当汽车水平振动时，导致汽车座椅悬架发生水平方向振动，不失一般性，以上部板25在图中向左振动时为例，由于主磁铁组27与上部板25固连，主磁铁组27相对于外围磁铁28向左移动，对外围磁铁28的力的方向为右F′，产生负刚度$K_{负}=\frac{F'}{x}$；而上部板25向左移动，导致橡胶减振弹簧座26向左移动，对座椅固定架29水平拉力F，方向为左，产生正刚度$K_{正}$，由于正负刚度弹簧并联，则总刚度$K_{平}=K_{正}+K_{负}$趋近于零，反之当上部板向其它方向水平振动时，由于橡胶弹簧和磁力负刚度弹簧的相互作用，使得座椅水平方向刚度$K_{平}=K_{正}+K_{负}$趋近于零，座椅水平方向上

固有频率$\omega_{平}=2\pi\sqrt{\frac{K_{平}}{m}}$趋近于零，从而隔离水平方向的振动。

[0036] 图13为水平隔振部分第二实施例三维视图。图14为水平隔振部分第二实例局部剖视图三维视图。此隔振装置由上部板25、橡胶减振弹簧座26、主磁铁组27、外磁铁组28、座椅固定架29等部件组成。上部板25焊接或者螺栓固定于剪式悬架上方，橡胶减振弹簧座26通过螺栓与上部板25连接，橡胶减振弹簧座26上部与座椅固定架29通过螺栓连接；在上部板23上部中央设有六边形凸台，主磁铁组27粘接在六边形凸台外围，在座椅固定架29下部设有凸台，座椅固定架29下部凸台位于上部板25上部凸台外侧，外磁铁组28粘接在座椅固定架29下部凸台内侧，主磁铁组27处于外磁铁组28的正中央，且主磁铁组27与外磁铁组28平面相互对应。其工作原理与实例一相同。

[0037] 以上所述为本发明的较佳实施例而已，但本发明不应该局限于该实施例和附图所公开的内容。所以凡是不脱离本发明所公开的精神下完成的等效或修改，都落入本发明保护的范围。

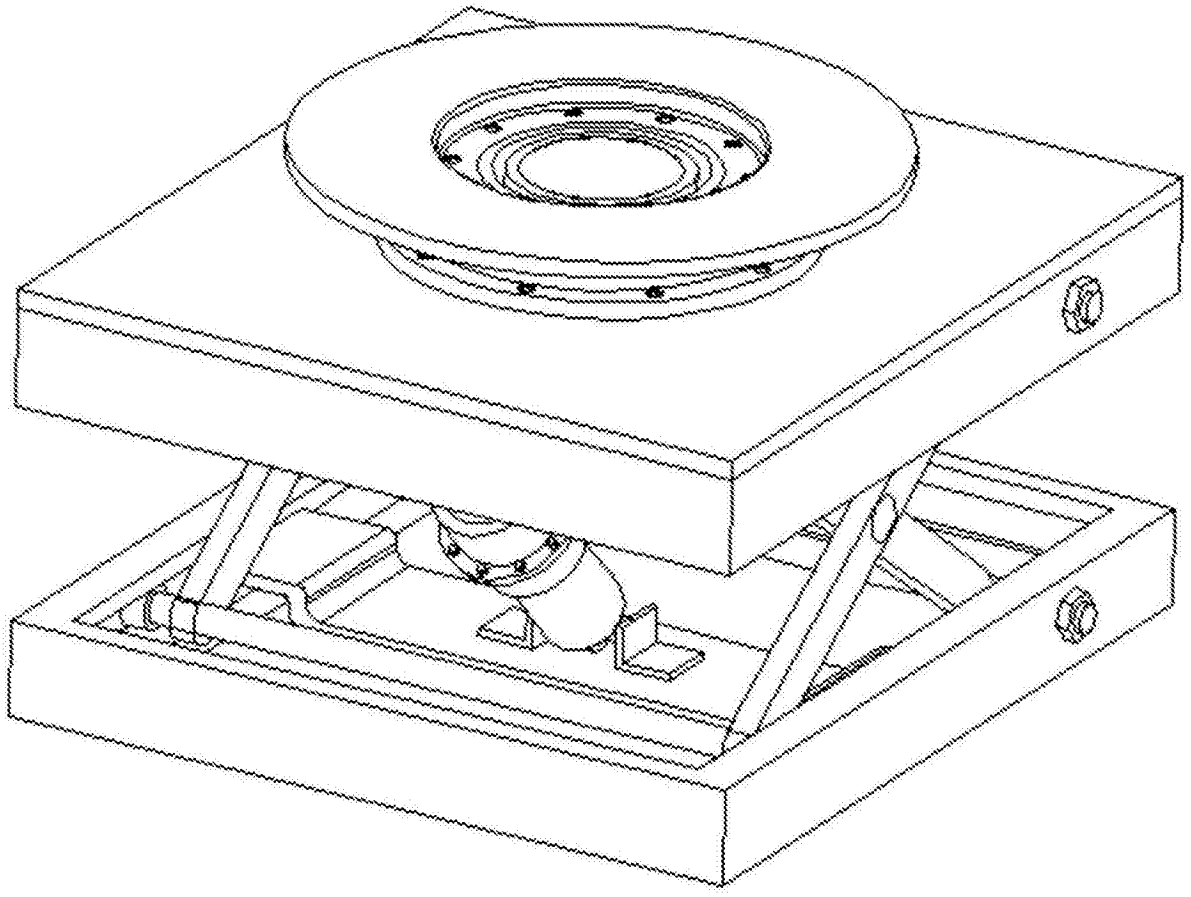


图1

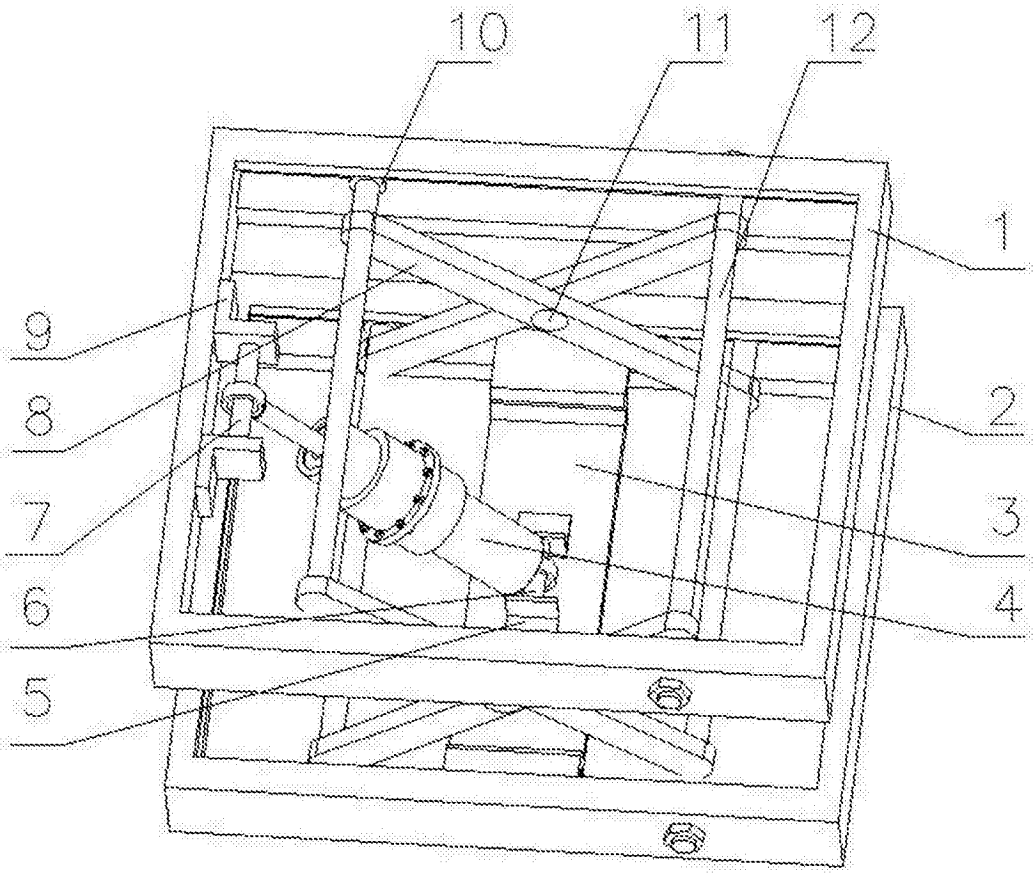



图2

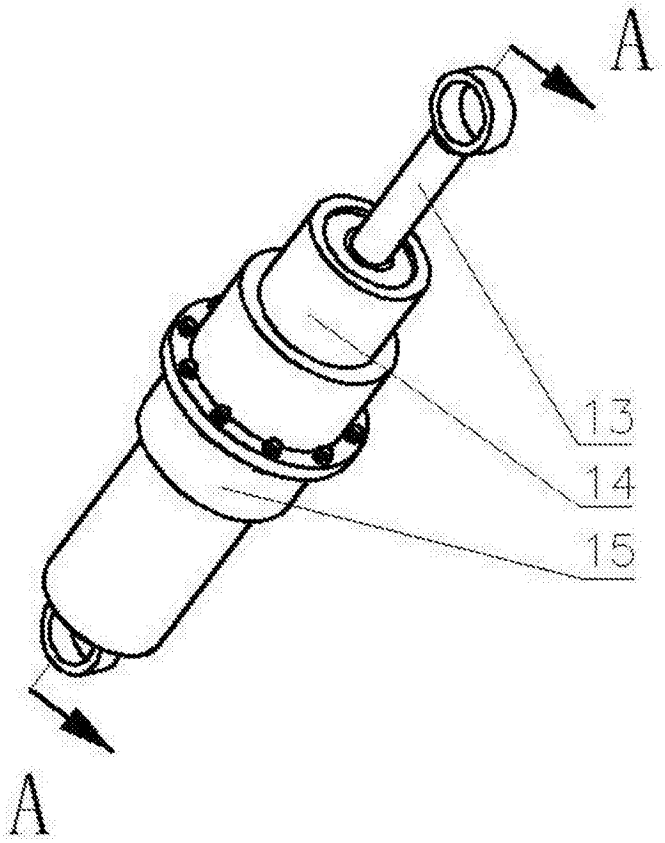



图3

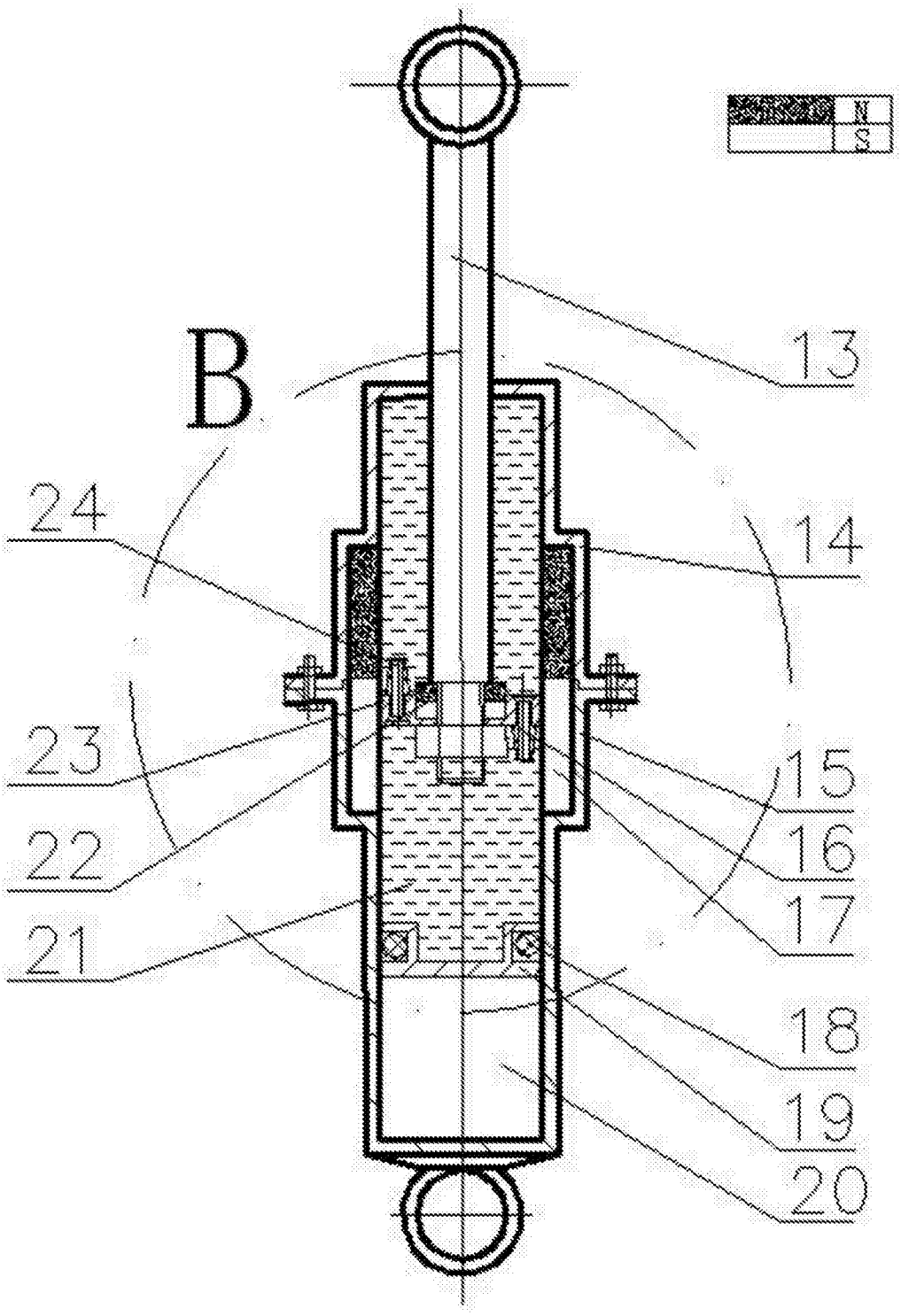



图4

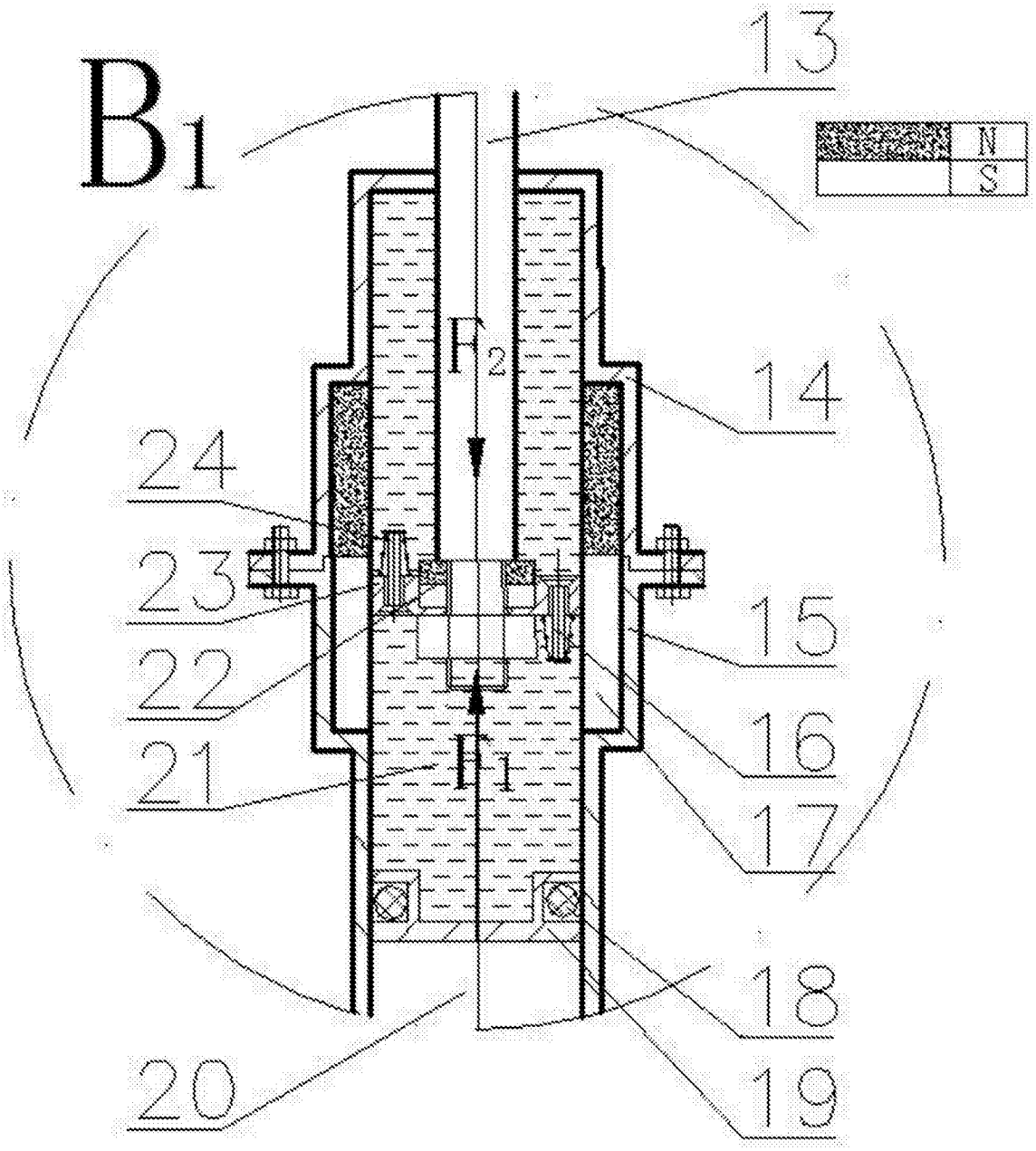



图5

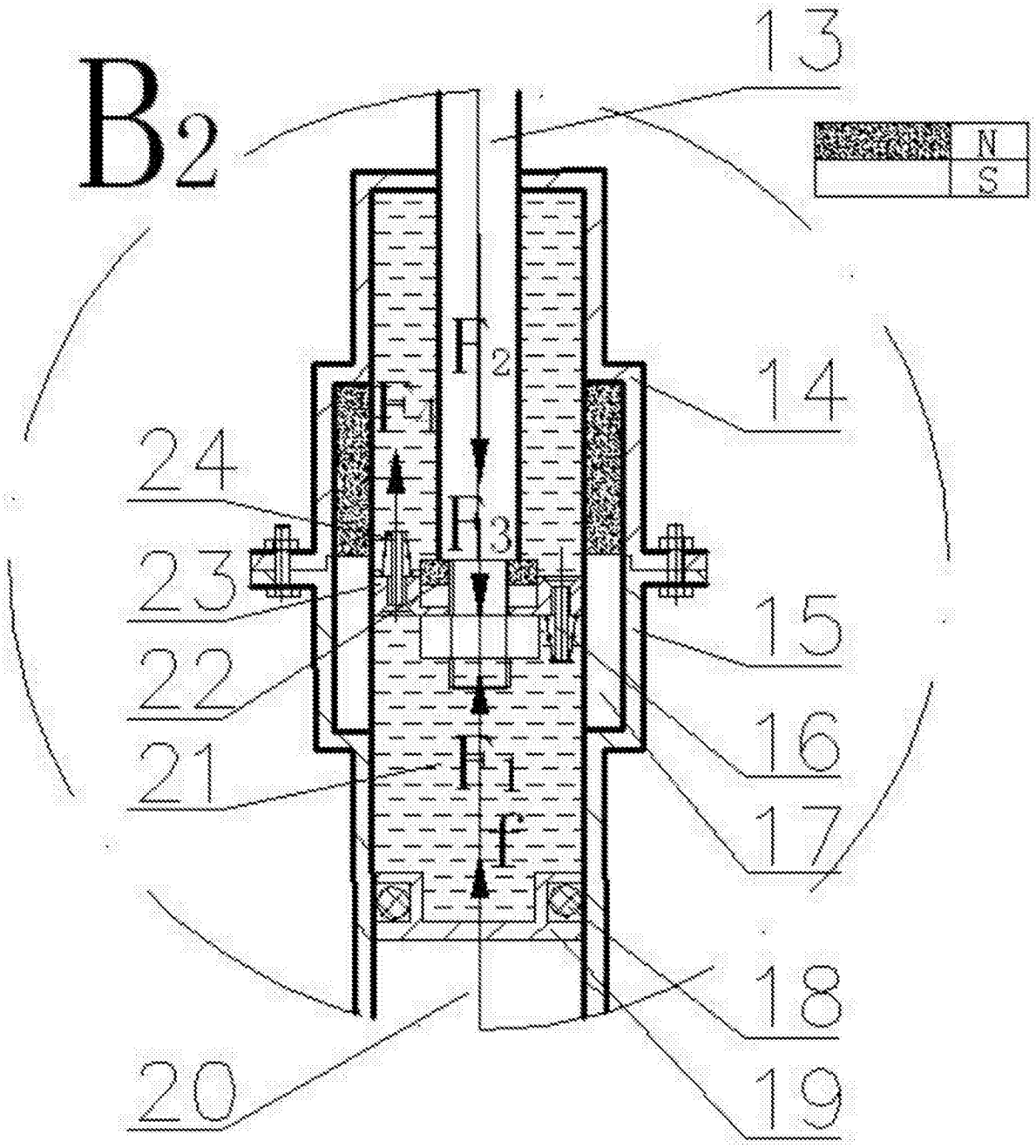



图6

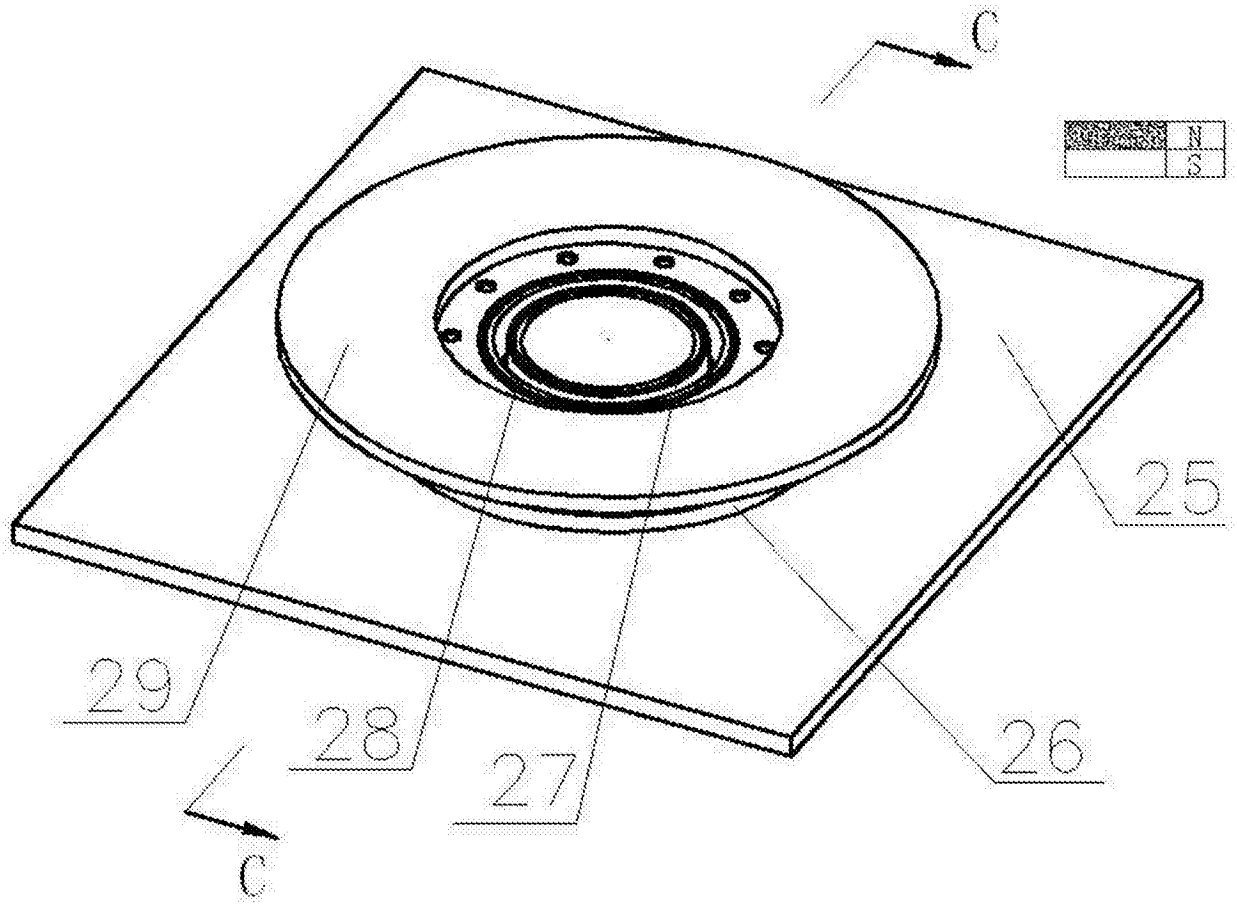



图7

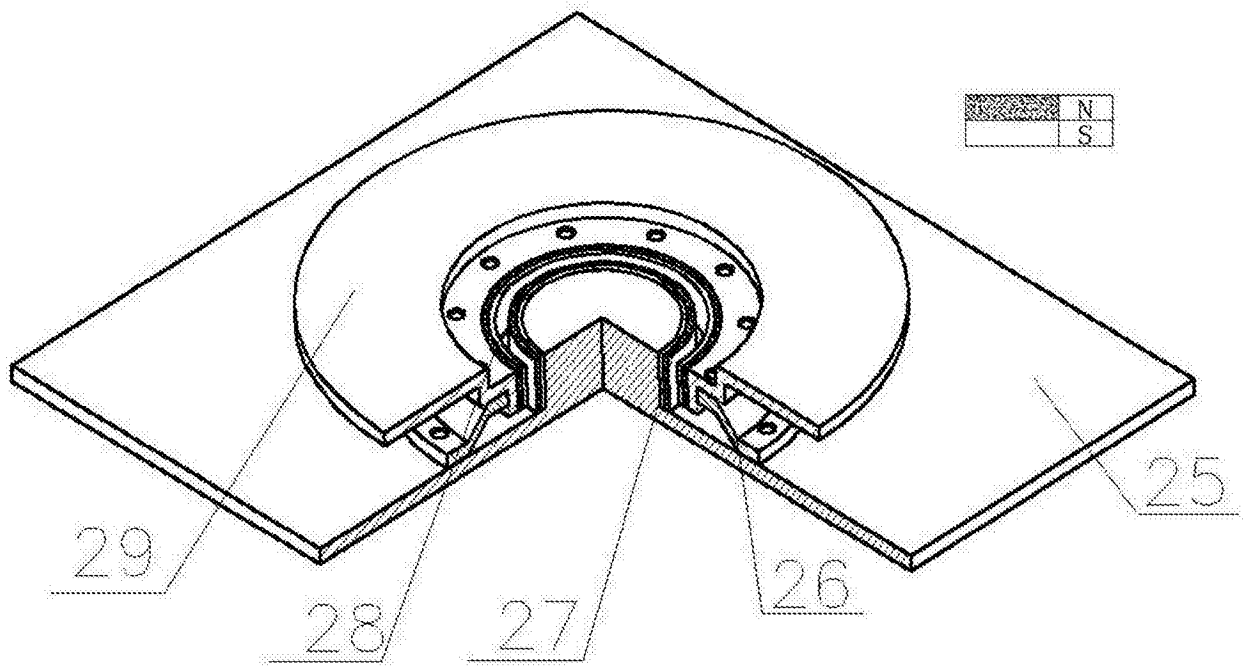



图8

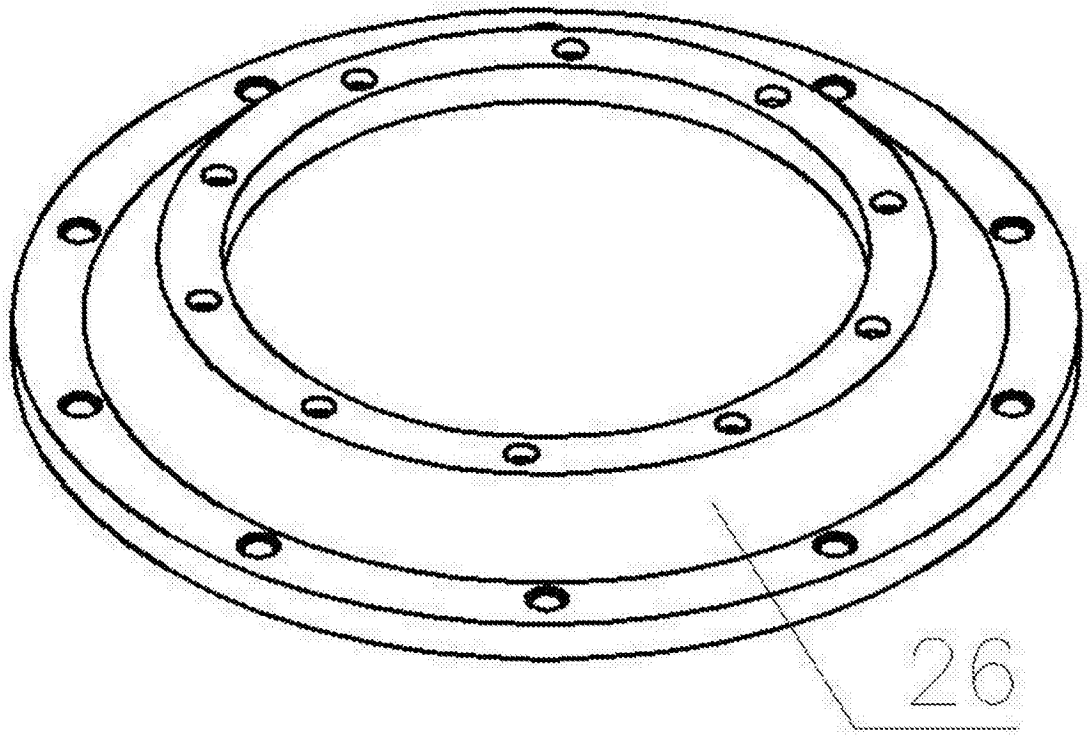



图9

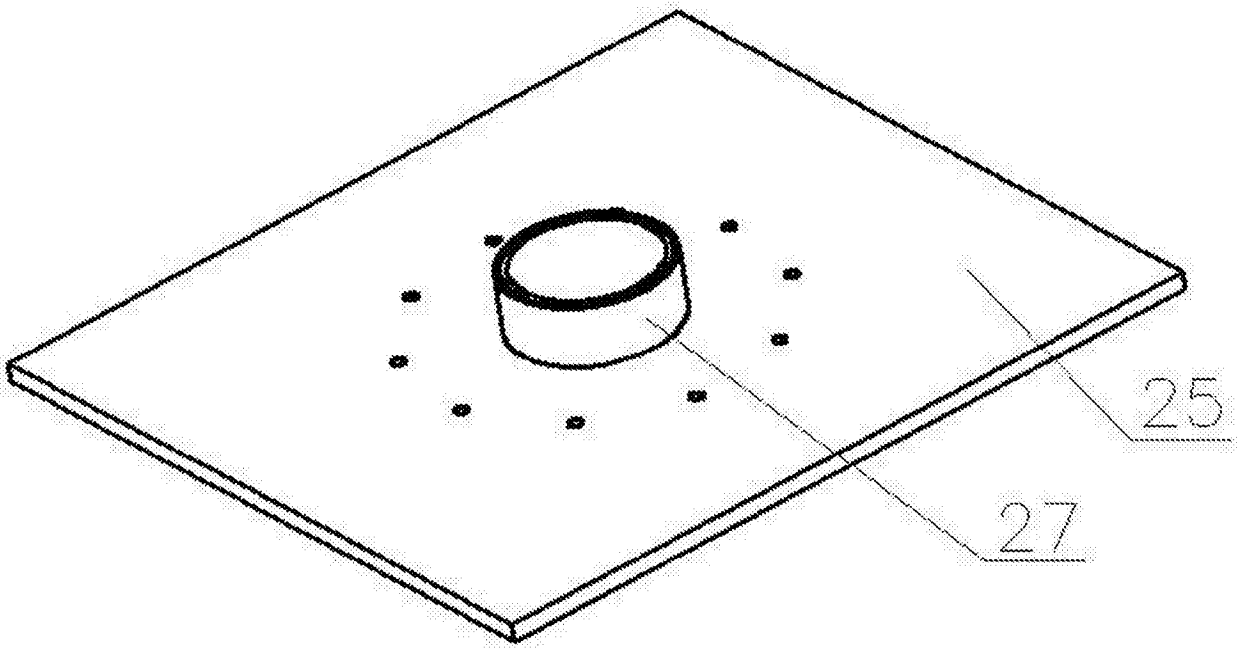



图10

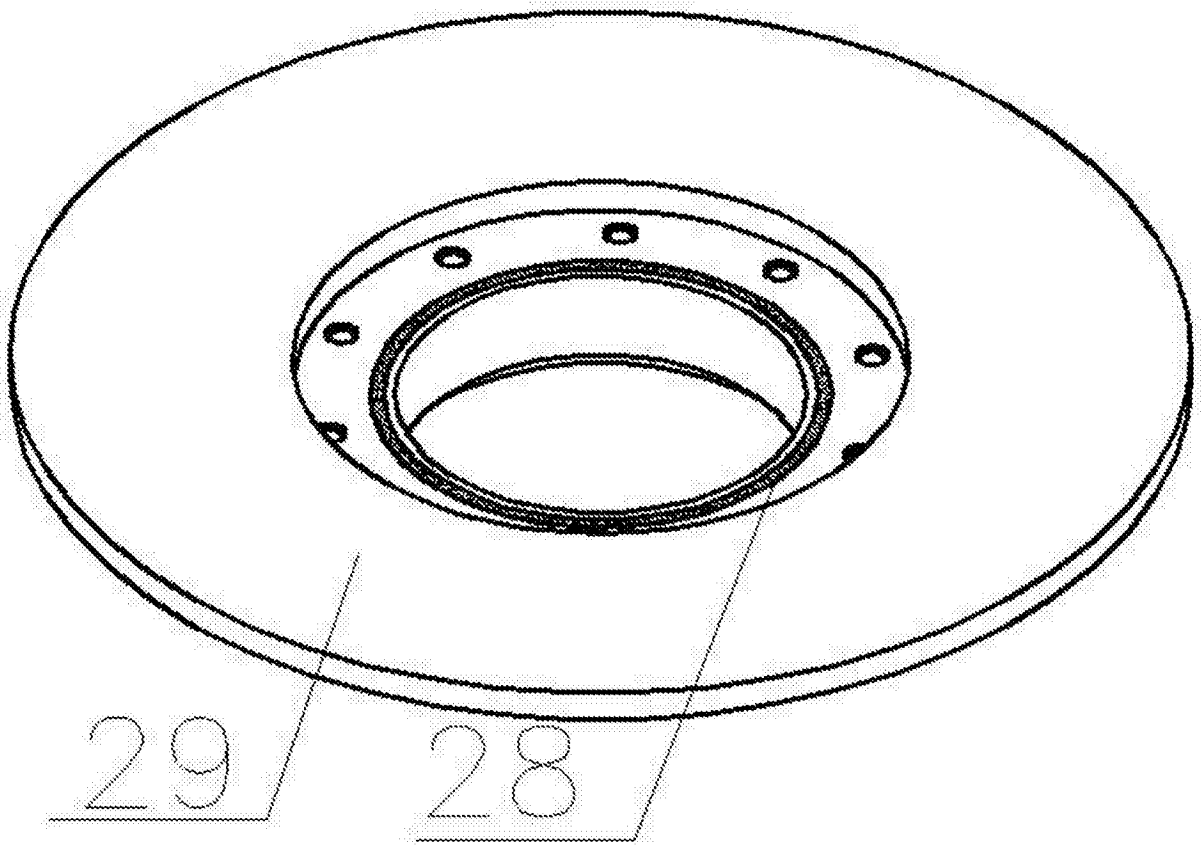



图11

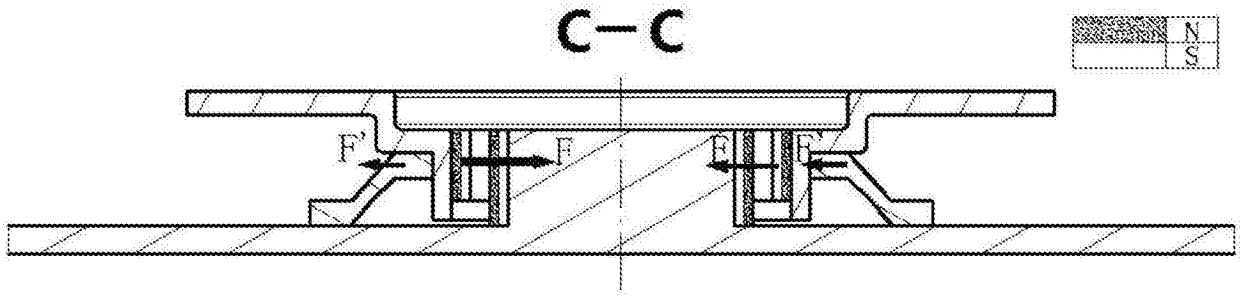



图12

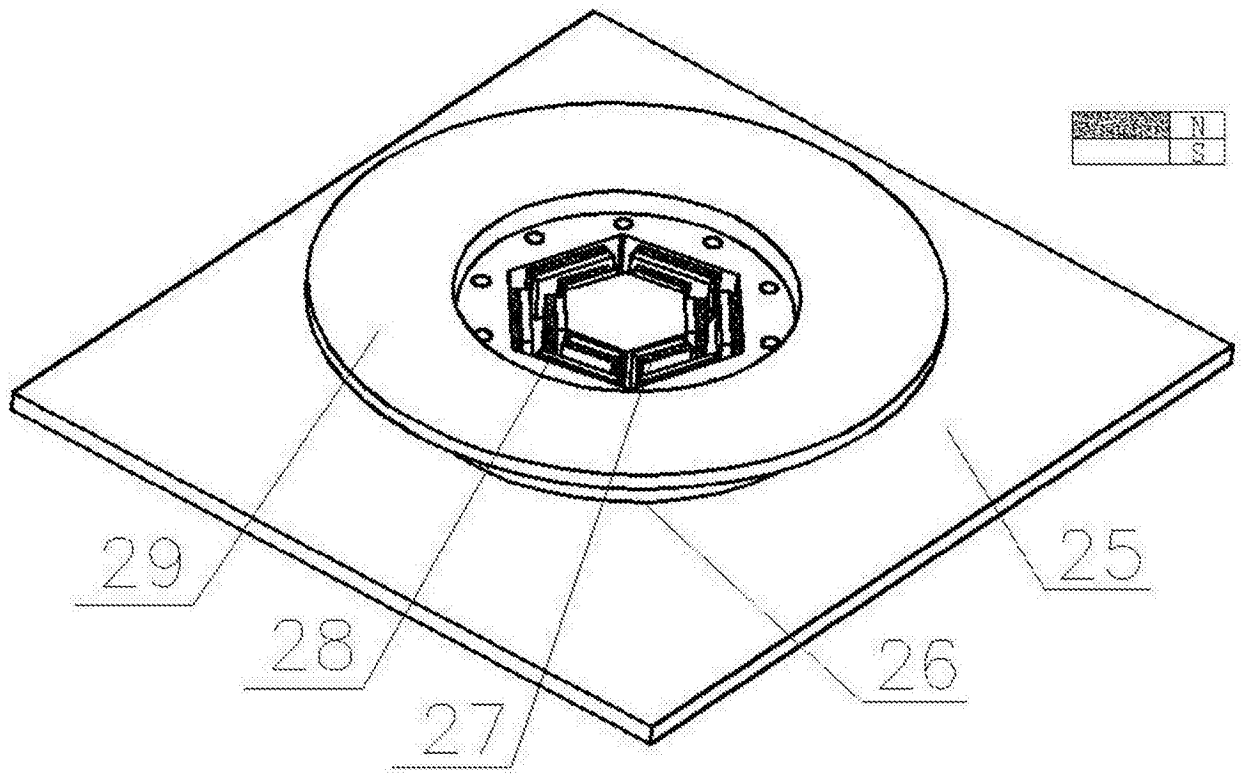



图13

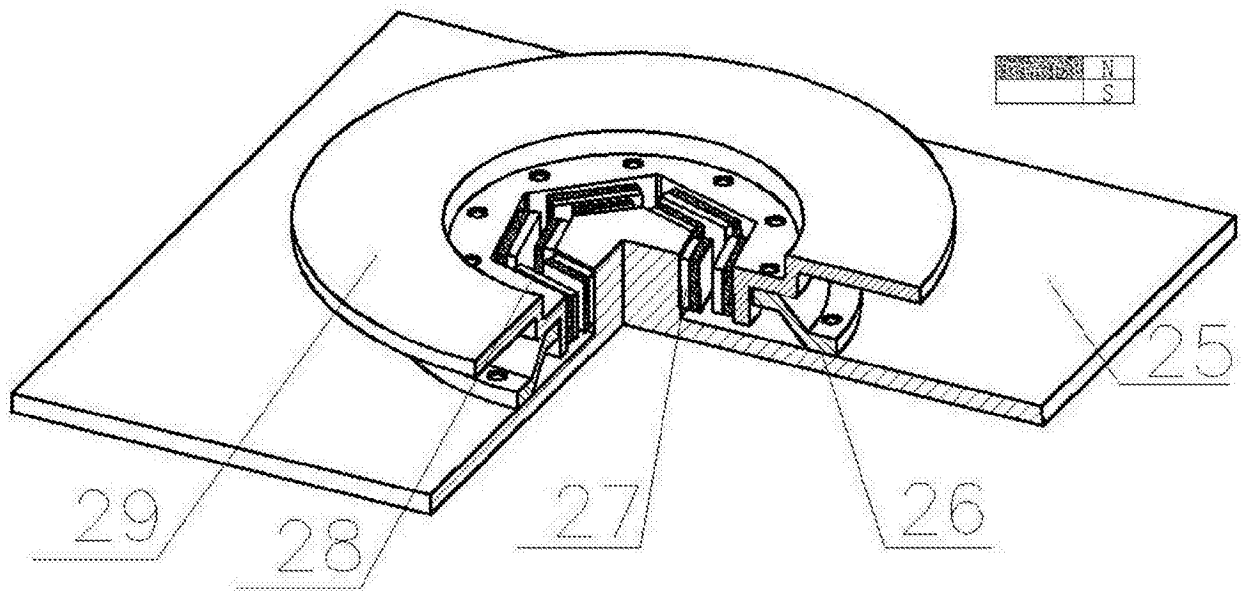



图14