



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101839798 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 21

(21) 申请号 201010194885. 5

CN 101183039 A, 2008. 05. 21, 全文.

(22) 申请日 2010. 06. 02

审查员 何昱康

(73) 专利权人 中国航天空气动力技术研究院
地址 100074 北京市丰台区云岗西路 17 号

(72) 发明人 宋玉辉 李潜 高清

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 杨虹

(51) Int. Cl.

G01M 9/02 (2006. 01)

G01M 9/04 (2006. 01)

G01M 7/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101419118 A, 2009. 04. 29, 全文.

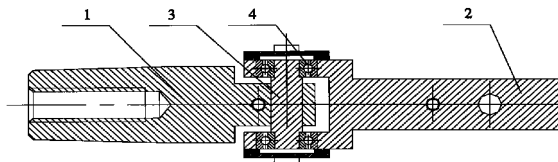
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种用于高超声速俯仰动态试验的装置

(57) 摘要

一种用于高超声速俯仰动态试验的装置, 包括试件固紧锥、连接杆、调节锥、俯仰轴承、弹性铰链和轴承挡片, 弹性铰链由一根两端为平台、中间折弯成 α 角度的弹簧片构成, 在两侧斜边上各贴有两个电阻应变片测量俯仰角应变。本发明采用特殊结构的弹性铰链除了使俯仰轴承的轴向力卸载, 提高俯仰轴承的止推能力, 同时还用于测量应变量和角运动, 测试精度到 1/60 度; 本发明采用特殊结构的弹性铰, 弹性铰链的厚度、材料可以更换, 从而可以调节试验装置的固有频率, 使试验适用于和更广的飞行范围链; 本发明采用四个俯仰轴承固定试件位置, 保证了试件的俯仰运动, 使试件的侧向和滚转方向力矩卸载; 本发明试验机构简单, 通过主要部件传递振动, 可以准确提供高超声速飞行器动态俯仰过程的角运动和阻尼特性。



1. 一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,其特征在于:包括试件固紧锥(1)、连接杆(2)、调节锥(3)、俯仰轴承(4)、弹性铰链(5)和轴承挡片(6),试件固紧锥(1)一端为锥形,另一端为圆柱形,连接杆(2)一端为叉形,另一端为圆柱形,试件固紧锥(1)的锥形端与试件连接,试件固紧锥(1)的圆柱端插入到连接杆(2)的叉形端,调节锥(3)穿过试件固紧锥(1)的圆柱端和连接杆(2)的叉形端将试件固紧锥(1)和连接杆(2)连接在一起,连接杆(2)的圆柱端与风洞的模型支杆连接,俯仰轴承(4)安装在调节锥(3)和连接杆(2)之间,利用调节锥(3)和连接杆(2)将俯仰轴承(4)左右压紧,连接杆(2)上安装轴承挡片(6)将俯仰轴承(4)上下固定,弹性铰链(5)两端分别与试件固紧锥(1)和连接杆(2)连接,其中弹性铰链(5)由一根两端为平台、中间折弯成 α 角度的弹簧片构成,在两侧斜边上各贴有两个电阻应变片测量俯仰角应变。

2. 根据权利要求1所述的一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,其特征在于:所述的弹性铰链(5)中间弯折角 α 为 $100^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,其特征在于:所述的弹性铰链(5)两端与试件固紧锥(1)和连接杆(2)的接触面与试件轴线在同一高度线上。

4. 根据权利要求1所述的一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,其特征在于:所述的俯仰轴承(4)采用深沟球轴承。

5. 根据权利要求1所述的一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,其特征在于:所述的弹性铰链(5)的厚度为 $0.3\text{mm} \sim 1.2\text{mm}$,采用钢或铍青铜制成。

6. 根据权利要求1所述的一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,其特征在于:所述的电阻应变片粘贴在距弹性铰链(5)两端平台 $1/8 \sim 1/4$ 弹簧片长度处。

一种用于高超声速俯仰动态试验的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于高超声速风洞俯仰方向自由振动动态测力的试验装置,属于技术天平测量领域。

背景技术

[0002] 早期国内的高超声速俯仰动态天平方面存在空白。原因是以往的我国的动态研究主要集中于低速,对于高超声速动态的研究,虽然理论和计算等工作已经开展,但还未到动态试验的地步。目前国内外动态试验广泛应用的俯仰试验装置由一个同心机构组成,前端圆锥后端圆柱,中间是“Z”字形梁,而不包含俯仰轴承和弹性铰链,在侧向和滚转方向上有应力残余,在进行低速试验时,此残余量为小量,可以忽略不计,而当进行高超声速试验时,残余量相对于测量值不能忽略,严重影响测量精度。

发明内容

[0003] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种准确反映高超声速飞行器动态俯仰过程的角运动和阻尼特性的动态试验装置。

[0004] 本发明的技术方案是:一种用于高超声速俯仰动态试验的装置,包括试件固紧锥、连接杆、调节锥、俯仰轴承、弹性铰链、轴承挡片,试件固紧锥一端为锥形,另一端为圆柱形,连接杆一端为叉形,另一端为圆柱形,试件固紧锥的锥形端与试件连接,试件固紧锥的圆柱端插入到连接杆的叉形端,调节锥穿过试件固紧锥的圆柱端和连接杆的叉形端将试件固紧锥和连接杆连接在一起,连接杆的圆柱端与风洞的模型支杆连接,俯仰轴承安装在调节锥和连接杆之间,利用调节锥和连接杆将俯仰轴承左右压紧,连接杆上安装轴承挡片将俯仰轴承上下固定,弹性铰链两端分别与试件固紧锥和连接杆连接,其中弹性铰链由一根两端为平台、中间折弯成 α 角度的弹簧片构成,在两侧斜边上各贴有两个电阻应变片测量俯仰角应变。

[0005] 所述的弹性铰链中间弯折角 α 为 $100^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 。

[0006] 所述的弹性铰链两端与试件固紧锥和连接杆的接触面与试件轴线在同一高度线上。

[0007] 所述的俯仰轴承采用深沟球轴承。

[0008] 所述的弹性铰链的厚度为 $0.3\text{mm} \sim 1.2\text{mm}$,采用钢或铍青铜制成。

[0009] 所述的电阻应变片粘贴在距弹性铰链两端平台 $1/4 \sim 1/2$ 弹簧片长度处。

[0010] 本发明与现有技术相比有益效果为:

[0011] (1) 本发明采用特殊结构的弹性铰链除了使俯仰轴承的轴向力卸载,提高俯仰轴承的止推能力,同时还用于测量应变量和角运动,测试精度到 $1/60$ 度;

[0012] (2) 本发明采用特殊结构的弹性铰,弹性铰链的厚度、材料可以更换,从而可以调节试验装置的固有频率,使试验适用于和更广的飞行范围链;

[0013] (3) 本发明采用四个俯仰轴承固定试件位置,保证了试件的俯仰运动,使试件的侧

向和滚转方向力矩卸载；

[0014] (4) 本发明试验机构简单,通过主要部件传递振动,可以准确提供高超声速飞行器动态俯仰过程的角运动和阻尼特性。

附图说明

- [0015] 图 1 为本发明剖视图；
[0016] 图 2 为本发明主视图；
[0017] 图 3 为本发明试件紧固锥主视图；
[0018] 图 4 为本发明试件紧固锥俯视图；
[0019] 图 5 为本发明连接杆主视图；
[0020] 图 6 为本发明连接杆俯视图；
[0021] 图 7 为本发明调节锥结构示意图；
[0022] 图 8 为本发明弹性铰链主视图；
[0023] 图 9 为本发明弹性铰链俯视图；
[0024] 图 10 为本发明弹性铰链电阻应变片安装图；
[0025] 图 11 为本发明弹性铰链电阻应变片连接图；
[0026] 图 12 为本发明轴承挡片主视图；
[0027] 图 13 为本发明轴承挡片侧视图。

具体实施方式

[0028] 高超声速俯仰自由振动试验要求的装置具有四个特点：

[0029] 1、能够提供俯仰方向的自由度,同时使侧向和滚转两个方向载荷卸载；

[0030] 2、俯仰实验装置感受应变的部分必须有足够的刚度,不致在受力后断裂,损害试验系统中其它部件；

[0031] 3、俯仰方向的感受到的动态气动力应与天平系统的应变量成线性关系；

[0032] 4、在俯仰方向,试验装置的机械阻尼要小于该方向上飞行器提供的气动阻尼。

[0033] 通过对高超声速流场和高超声速飞行器(试件)外形的仔细分析研究,本发明提供一种高超声速风洞自由振动试验俯仰方向的试验装置,它可以准确提供高超声速飞行器俯仰方向角应变,并能通过改变弹性铰链的厚度和材料,改变试验装置的固有频率,可以更大范围地模拟实际飞行情况,同时可以重复多次使用。

[0034] 本发明如图 1、2 所示,包括试件固紧锥 1、连接杆 2、调节锥 3、俯仰轴承 4、弹性铰链 5、轴承挡片 6,试件固紧锥 1 一端插入连接杆 2 的一端中,通过调节锥 3 将两者连接,试件固紧锥 1 的另一端与试件连接,连接杆 2 的另一端与风洞模型支杆连接,俯仰轴承 4 上下各两个安装在调节锥 3 的上下两端,轴承挡片 6 安装在连接杆 2 与试件固紧锥 1 连接一端,固定俯仰轴承 4,弹性铰链 5 两端分别与试件固紧锥 1 和连接杆 2 连接。

[0035] 试件固紧锥 1 用于支撑试件(试件用来模拟实际高超声速飞行器),试件紧固锥 1 与试件采用螺钉连接。试件紧固锥 1 如图 3、4 所示,一端为锥形,另一端为圆柱形。锥形端加工有与试件连接的安装孔,圆柱端加工有与弹性铰链 5 和调节锥 3 连接的孔 13、12,圆柱端插入到连接杆 2 的叉形端,调节锥 3 穿过孔 12。

[0036] 连接杆 2 将试验装置和试件安装在风洞的支撑系统（模型支杆）上，连接杆与模型支杆采用销连接。

[0037] 连接杆 2 如图 5、6 所示，一端为叉形，另一端为圆柱形，叉形端加工有与调节锥 3 连接的安装孔 21，调节锥 3 穿过试件紧固锥 1 圆柱端的孔 13 和连接杆 2 叉形端的安装孔 21，将试件紧固锥 1 和连接杆 2 连接在一起。圆柱端加工有与风洞模型支杆、弹性铰链 5 连接的孔 23、22，连接杆 2 圆柱端通过孔 23 与风洞的模型支杆销连接，俯仰轴承 4 与连接杆 2 的叉形端是压紧连接，连接杆 2 的叉形端上安装轴承挡片 6，将俯仰轴承 4 上下固定。

[0038] 调节锥 3 如图 7 所示，用来安装俯仰轴承 4，同时将试件紧固锥 1 和连接杆 2 连接在一起。

[0039] 俯仰轴承 4 采用深沟球轴承，用来固定试件位置，保证了试件的俯仰运动，使试件的侧向和滚转方向力矩卸载。

[0040] 弹性铰链 5 除了使俯仰轴承沿轴承的轴向力的卸载，提高俯仰轴承的止推能力，同时还用于测量应变量和角运动，测试精度到 $1/60$ 度。

[0041] 弹性铰链 5 如图 8、9 所示，由一根两端为平台、中间折弯成 α 角度的弹簧片构成。弹性铰链 5 根据试验需要，可以安装一根或两根，它通过螺钉和垫片 7 分别与试件紧固锥 1 和连接杆 2 连接。本实施例图 2 中，弹性铰链 5 选择使用两根，安装位置呈 180° 。

[0042] 弹性铰链 5 左右两端平台各加工有一个与试件紧固锥 1 和连接杆 2 连接的孔，分别通过螺纹与试件紧固锥 1 和连接杆 2 连接，同时两端头下分别加垫片 7（如图 2）以保证为两端固支的状态，使弹性铰链 5 两端与试件紧固锥 1 和连接杆 2 的接触面与试件轴线在同一高度线上。

[0043] 可以通过改变弹性铰链 5 的厚度和材料，来改变试验装置的固有频率，满足更广泛飞行范围的模拟需求。弹性铰链 5 中间弯折角 α 一般为 $100^\circ \sim 140^\circ$ ，厚度为 $0.3\text{mm} \sim 1.2\text{mm}$ ，采用钢或铍青铜制成。一般随弹性铰链 5 厚度的增加，减缩频率增加。

[0044] 弹性铰链 5 在两侧斜边上各贴有两个电阻应变片来测量角应变和角运动，弹性铰链表面贴片方式和电阻应变片的连接方式如图 10、11 所示，应变片 a、b、c、d 距弹性铰链 5 左右边缘，大约 $1/4 \sim 1/2$ 弹簧片长度处。图 11 中接口 A、C 分别与电源连接，接口 B、D 分别和输入信号相连，组成全桥桥路，通过测量通过电阻应变片的电压变化，反推变形量，从而得到相应的气动力。

[0045] 轴承挡片 6 的作用在于固定俯仰轴承 4，轴承挡片 6 和连接杆 2 采用一字螺钉连接，可以更换。轴承挡片 6 如图 12、13 所示，两端加工有与连接杆 2 连接的通孔 61，中间加工有盲孔 62，目的是防止轴承挡片 6 与调节锥发生摩擦。

[0046] 垫圈 7 为圆环状，厚度 0.1mm 左右，数量视情况而定。安装在试件紧固锥 1、连接杆 2 上，目的是调节使弹性铰链 5 与两者的固定处，相对于试件轴线处于同一高度上。

[0047] 使用过程如下：

[0048] 试验前可以通过更换弹性铰链 5 及其不同厚度和材料的匹配，可以改变试验装置的固有频率。确定弹性铰链之后将整套试验装置安装在高超声速飞行器内部，通过模型支杆传递自由振荡，然后经过连接杆、弹性铰链传递给试件，同时进行测量和数据采集工作。

[0049] 本发明未详细说明部分属本领域技术人员公知常识。

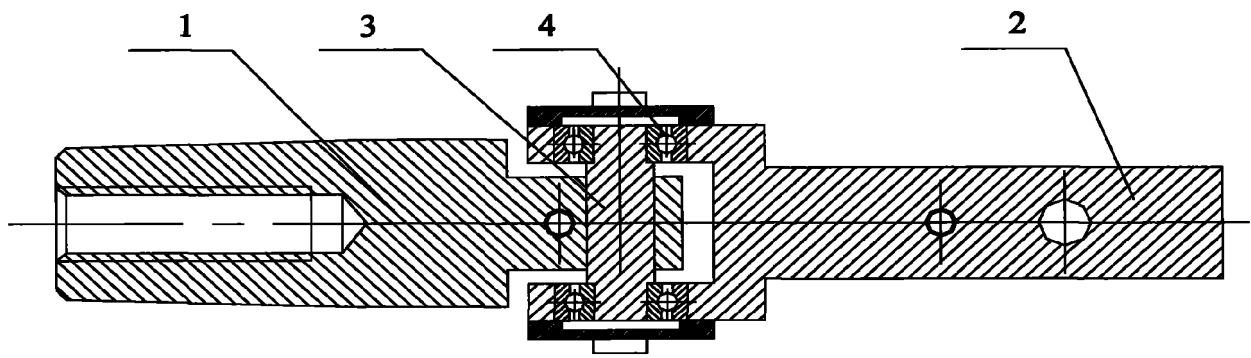


图 1

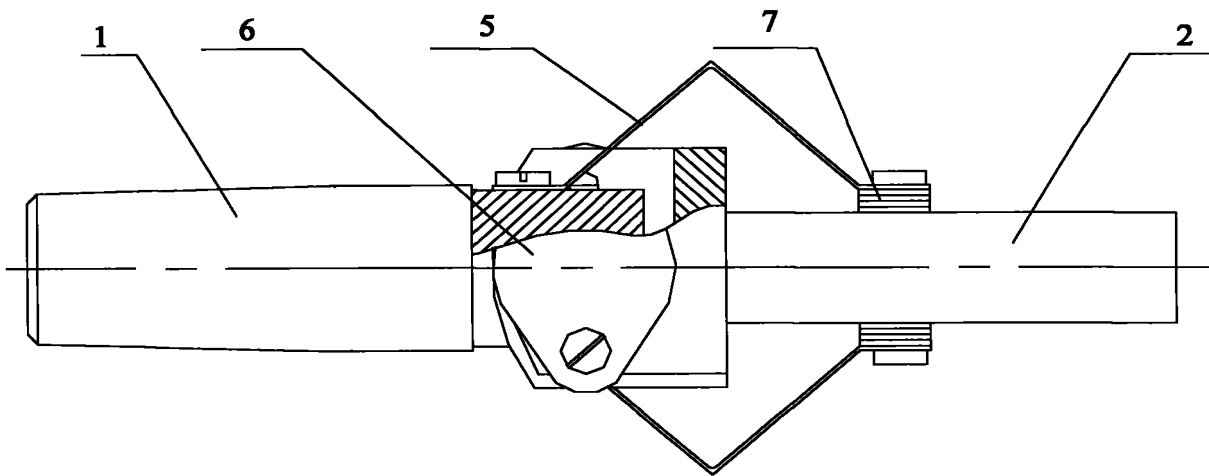


图 2

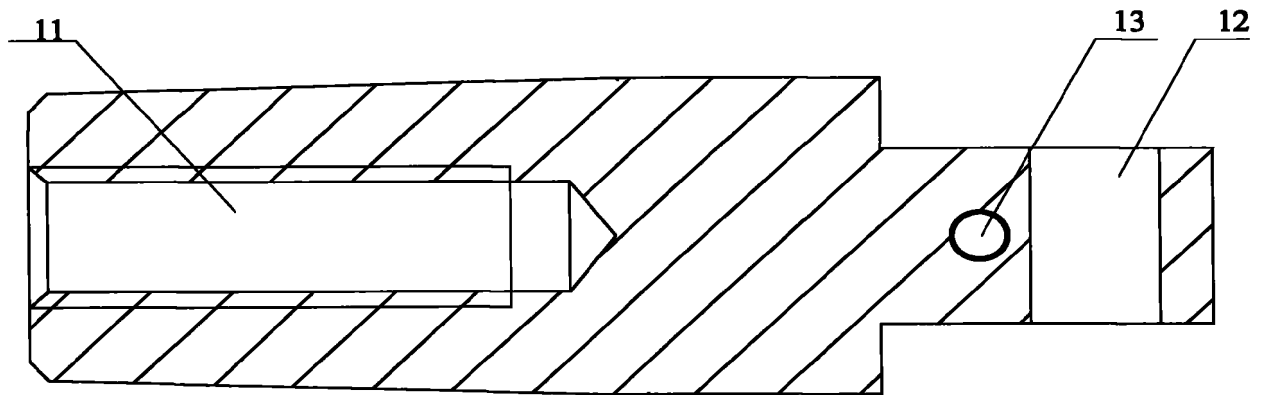


图 3

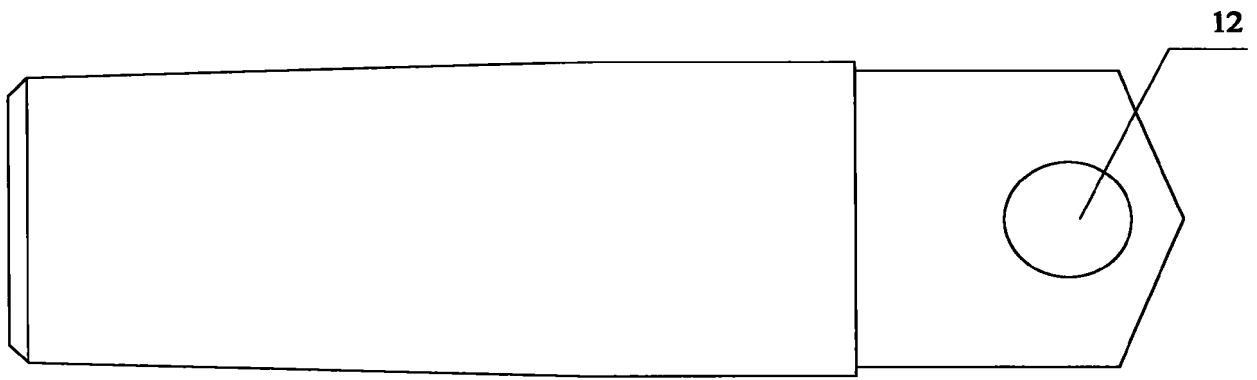


图 4

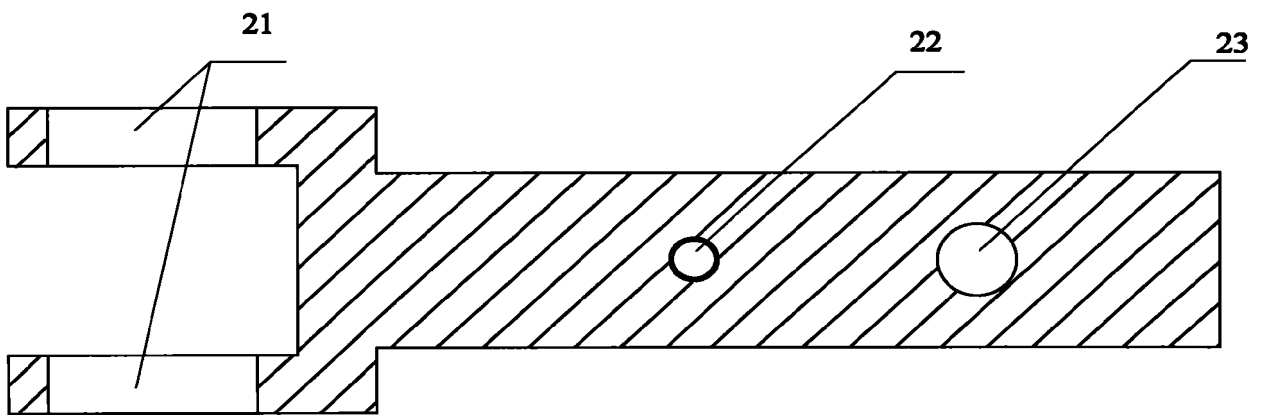


图 5

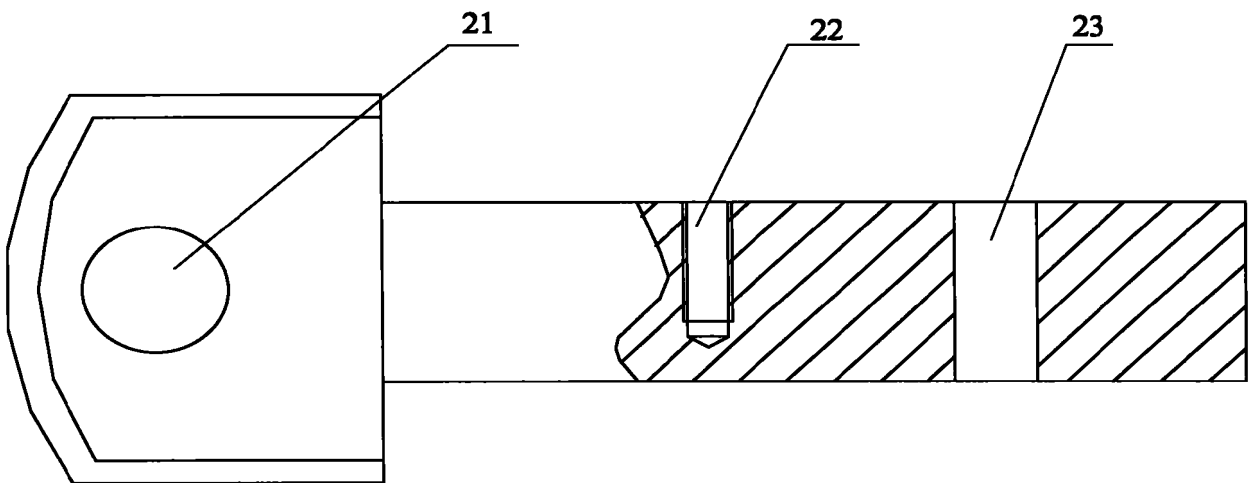


图 6

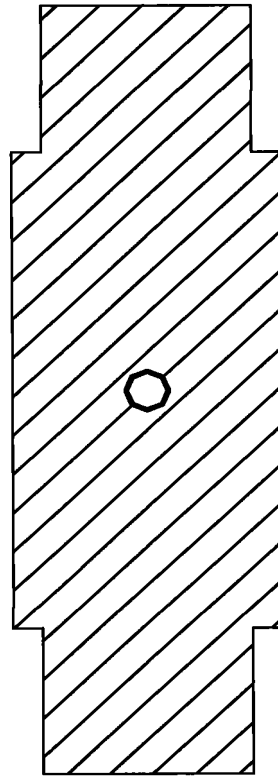


图 7

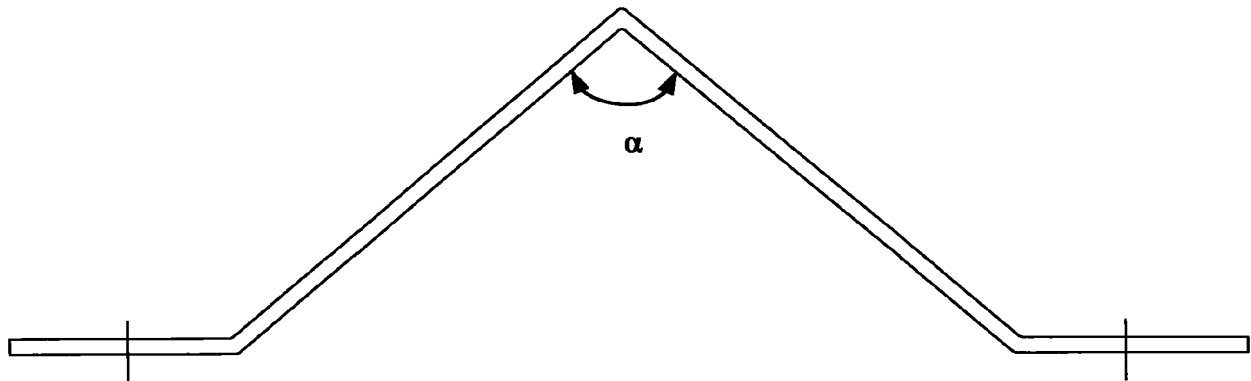


图 8

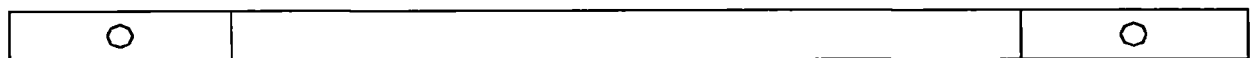


图 9

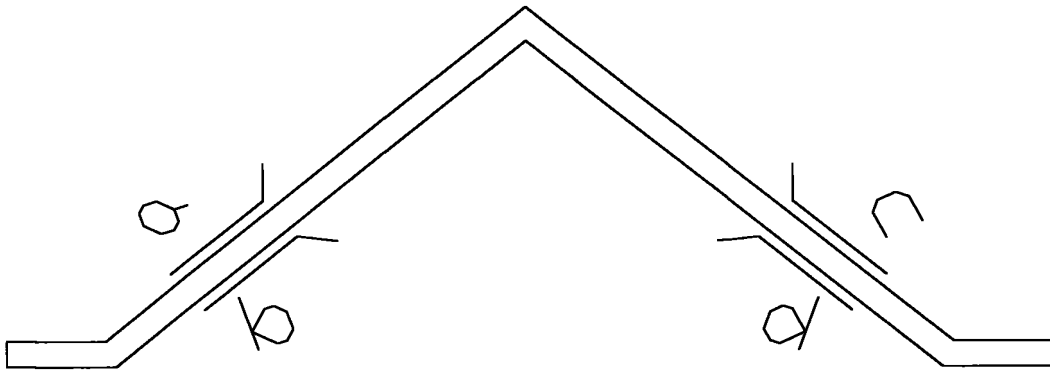


图 10

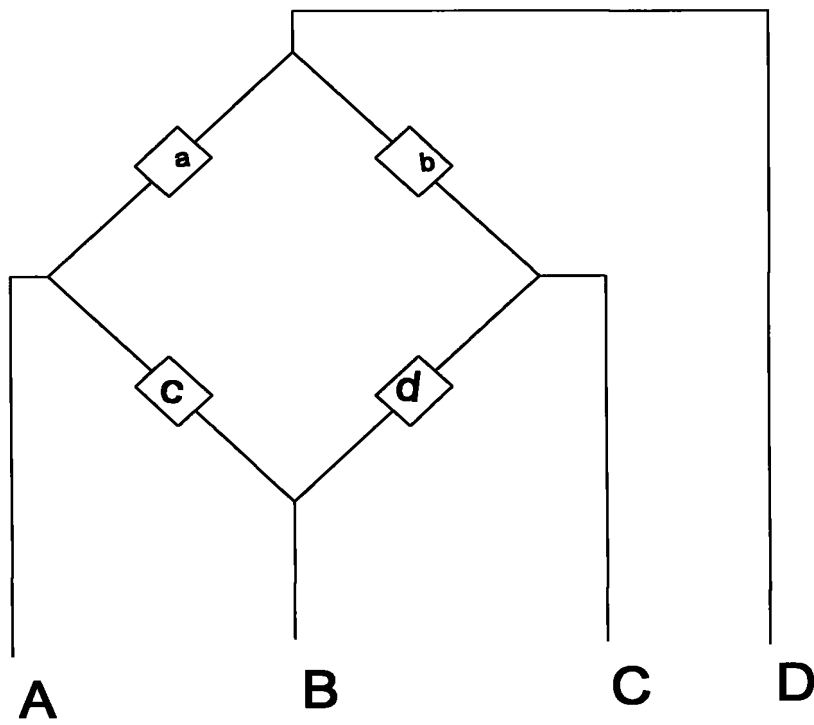


图 11

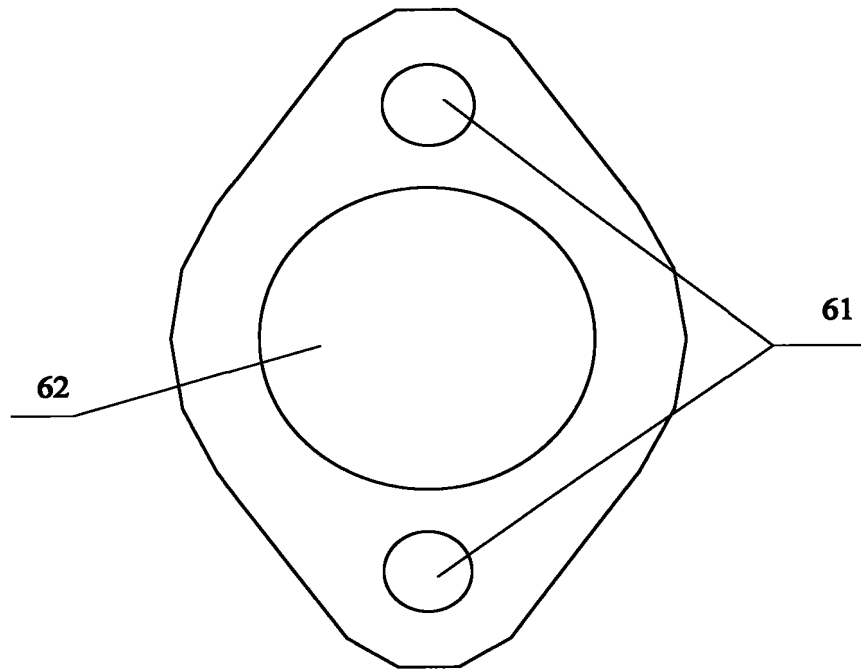


图 12

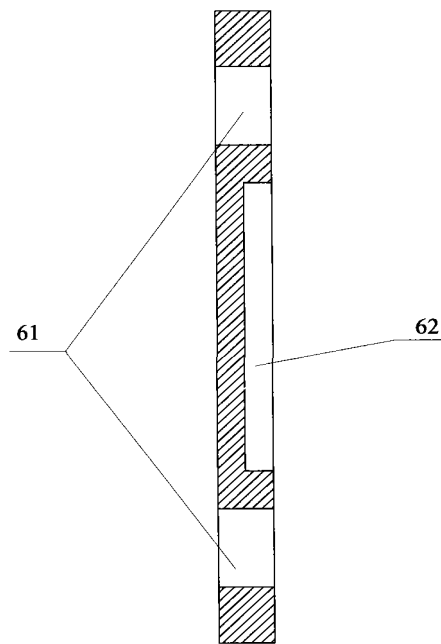


图 13