



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101913437 A

(43) 申请公布日 2010.12.15

(21) 申请号 201010242341.1

(22) 申请日 2010.08.02

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38号

(72) 发明人 何闻 沈润杰 荣左超 王春宇  
方兵 徐冠华 贾叔仕 陆书圣  
马明

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公  
司 33201

代理人 王兵 黄美娟

(51) Int. Cl.

B64G 7/00(2006.01)

G01H 9/00(2006.01)

G01P 15/00(2006.01)

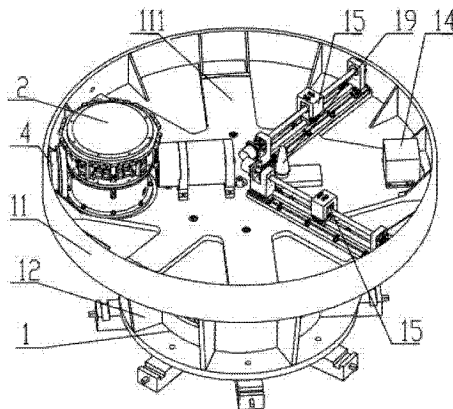
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 17 页

## (54) 发明名称

多参数复合环境试验装置

## (57) 摘要

多参数复合环境试验装置,包括模拟线加速度环境的离心机和安装于离心机的机臂上、模拟振动加速度环境、噪声环境、温度环境和气压环境的环境舱;环境舱内部有噪声发生机构和温度控制机构,振动发生机构,入气口以及排气口;振动发生机构包括测试平台,固定于测试平台的平台推杆和纠偏推杆、支撑簧片和传感器;复合腔的腔壁与推杆密封连接,平台推杆与振动台动圈连接,纠偏推杆与一能阻止振动发生机构及振动台动圈过度偏移的纠偏机构连接。本发明具有能全面模拟器件的工作环境,试验效果好、精度高的优点。



1. 多参数复合环境试验装置,其特征在于:包括模拟线加速度环境的离心机和安装于离心机的机臂上、模拟振动加速度环境、噪声环境、温度环境和气压环境的环境舱;

所述的环境舱包括密闭的箱体,所述的箱体与一箱盖密封连接,所述的箱体和箱盖均包括由金属制成、以确保箱体刚性的外层和由非金属制成、以保持复合腔内部温度的保温层,所述的箱体的内腔形成与外界独立的环境复合腔;

所述的复合腔内部从上到下依次设有:固定于复合腔的上部的噪声发生机构和复合腔的腔壁上的温度控制机构,位于复合腔的内部、并与外界的振动台动圈联动的振动发生机构,和与气泵连接、将气体引入所述的复合腔的内部以形成气压场的入气口以及与真空发生器密封连接的排气口;

所述的振动发生机构包括承载被测试件的测试平台,分别固定于所述的测试平台的两端、且伸出复合腔的平台推杆和纠偏推杆,连接所述的测试平台与所述的复合腔的内壁的支撑簧片,和固定在测试平台上、检测振动加速度的传感器;

所述的复合腔的腔壁上设有允许所述的推杆贯穿的通孔,所述的推杆的表面与通孔壁之间有间隙,所述的推杆的外露段和内含段之间形成台阶;所述的外露段上套接一环形密封膜,密封膜的内圈与推杆的外露段适配、并通过内圈固定环压紧于所述的台阶,密封膜的外圈通过外圈固定环压紧于所述的环境舱外壁;

所述的平台推杆与所述的振动台动圈连接,所述的纠偏推杆与一能阻止振动发生机构及振动台动圈过度偏移的纠偏机构连接;

所述的振动台动圈的铝架上外围设有阻止动圈发生周向扭转或径向位移的支撑机构;

所述的支撑机构包括与机架固接的、呈中空状的簧片支架,安装于簧片支架上的径向簧片和轴向簧片,以及连接径向簧片和轴向簧片的、呈T型的簧片连接架;

所述的铝架套接与所述的簧片支架内,所述的簧片支架的内壁与所述的铝架的外壁之间有间隙;

所述的簧片支架的外表面均匀分布有凸棱,所述的轴向簧片的两端分别架设于相邻的凸棱上,轴向簧片与所述的凸棱固接;

所述的簧片连接架的竖杆部沿动圈轴向固定于所述的轴向簧片的中部,所述的簧片连接架的横杆部与所述的径向簧片固接;

所述的径向簧片的另一端与所述的铝架固接;

相邻的凸棱之间左右对称地设有两个支撑机构;

所述的测试平台的两端均设有支撑簧片,所述的环境舱内壁固定有平台支架,所述的支撑簧片中部固定于所述的测试平台、两端固定于所述的平台支架的内凸的耳板上。

2. 如权利要求1所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于:所述的簧片支架呈正棱柱形,所述的簧片支架的棱柱面向外延伸形成所述的凸棱;

所述的铝架的外表面设有与所述的径向簧片连接的第一凸台,所述的第一凸台呈与所述的簧片支架适配的正棱柱;所述的铝架的左右两边分别设有第一凸台。

3. 如权利要求2所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于:所述的离心机包括机座,固定于所述的机座上的驱动电机,承载复合参数试验器件的机臂,和将所述的驱动电机的动力传递至所述的机臂的传动机构,固定在机臂上的静平衡质量块和安装于所述的机臂

上、实现自适应动平衡的动平衡执行机构；

所述的机臂呈圆盘形，所述的机臂上均匀地设有腹板，所述的环境舱安装于所述的腹板上；

所述的传动机构包括与所述的驱动电机的输出轴连接的带传动机构和与所述的机臂连接的齿轮机构；所述的齿轮机构包括与从动带轮同轴的小齿轮和与所述的机臂固接的大齿轮；

所述的大齿轮的上表面与所述的机臂的底面通过螺栓联接，所述的大齿轮的下表面设有容纳一能为大齿轮提供轴向支撑的推力球轴承的环形槽，所述的大齿轮通过所述的推力球轴承与所述的机座连接，所述的大齿轮的下表面与所述的机座之间有间隙；

所述的大齿轮的中心设有圆形通孔，所述的通孔的底部向内延伸形成一圈用于安装一能限制所述的大齿轮的径向自由度的角接触球轴承的台阶，所述的角接触球轴承的上方设有与所述的机座固接、以压紧所述的角接触球轴承的盖板；

所述的驱动电机和传动机构安装于所述的机座内部；

所述的大齿轮的上表面设有定位环形凸台，所述的机臂的底部设有与所述的凸台适配的环形凹槽。

4. 如权利要求 3 所述的多参数复合环境试验装置，其特征在于：所述的大齿轮的通孔内设有为环境舱供气、且输气管能跟随机臂转动的旋转供气机构，所述的旋转供气机构包括呈中空状的导电滑环和连通输气管与气泵的旋转接头，所述的旋转接头位于所述的导电滑环内部；

所述的导电滑环的定圈与一安装座固接，所述的安装座固定于所述的机座上，所述的导电滑环的动圈与所述的大齿轮联动；所述的导电滑环的动圈与一旋转法兰固接，所述的旋转法兰与所述的大齿轮固接；

所述的旋转接头的定圈与所述的安装座固接，所述的旋转接头的动圈与所述的输气管连接；

所述的安装座位于所述的角接触球轴承内，且与所述的角接触球轴承内圈配合，所述的盖板与所述的安装座固接。

5. 如权利要求 4 所述的多参数复合环境试验装置，其特征在于：所述的动平衡执行机构包括固定在所述的机臂上的两个动平衡执行单元和控制动平衡执行单元的执行控制器，两个动平衡执行单元的调节方向垂直；所述的动平衡执行单元包括固定于所述的机臂上的底座，固定在所述的底座上的导轨，与所述的导轨滑动连接的滑块和推动所述的滑块沿所述的导轨往复运动的动平衡传动机构，所述的动平衡质量块固接与所述的滑块上；

所述的动平衡传动机构包括步进电机和丝杠机构，丝杠与所述的步进电机的输出轴连接，丝杠螺母与所述的质量块固接；所述的丝杠的两侧分别上设有限制滑块移动范围的限位开关，所述的丝杠的两端分别通过支承座与底座连接，所述的支承座与所述的丝杠之间设有轴承，所述的支承座固定于所述的底座；所述的步进电机受控于所述的执行控制器；

所述的机臂外设有采集由不平衡量引起的机臂的周期性振动响应的采集装置，所述的采集装置与一能获取不同的平衡量引起的振动响应的幅值和相位、并根据所述的幅值和相位计算出机臂的原始不平衡量和各滑块的移动方向和移动距离的处理器连接，所述的处理器通过无线通讯装置与上述执行控制器通讯。

6. 如权利要求 5 所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于:所述的采集装置包括设置在小齿轮转轴上、能将小齿轮的转速转换成脉冲序列信号的光电编码器,与所述的光电编码器连接的数据采集卡,与所述的数据采集卡连接、并感应机臂是否发生振动并获取振动信号的振动传感器和触发所述的数据采集卡、使其开始采样的触发机构;

将所述的光电编码器输出的脉冲序列信号作为数据采集卡的外时钟信号,将所述的振动传感器输出的振动信号作为数据采集卡的输入信号,将根据所述的外时钟信号对所述的振动信号进行采样后得到的采样信号作为所述的数据采集卡的输出信号,所述的采样信号输入所述的处理器中;所述的振动传感器为电涡流传感器;

所述的触发机构包括固定于所述的机臂的保护圈上的磁钢和与所述的数据采集卡连接的霍尔开关,所述的机臂每转一转,所述的霍尔开关与所述的磁钢相遇一次,所述的霍尔开关与所述的磁钢相遇时发出的脉冲触发所述的数据采集卡。

7. 如权利要求 1-6 之一所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于:所述的噪声发生机构包括固定在所述的复合腔的上部的噪声发生板,固定在所述的噪声发生板上的噪音源和检测复合腔内噪声的分贝值的音频传感器,以及控制所述的噪音源的发生分贝的置于箱体外的控制器;所述的音频传感器的输出信号输入至所述的控制器中;

所述的温度控制机构包括固定在所述的复合腔的外壁的半导体片,紧贴于所述的半导体片的外表面的散热装置,紧贴于复合腔的内壁上的将半导体片内表面的热量传递至复合腔内的传热翅片,复合腔体内部监测腔内实际温度的温度传感器;所述的温度传感器与所述的控制器连接,所述的半导体片受控于所述的控制器;

所述的复合腔内设有感应其内气压的气压传感器,所述的气压传感器与所述的控制器连接。

8. 如权利要求 7 所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于:所述的箱体由上段和下段拼接而成,上段保温层的顶部向内延伸形成一圈能托持所述的噪声发生板的第一凸环,下段保温层的顶部向内延伸形成第二凸环;

所述的第一凸环和第二凸环之间设有由导热体制成、以安装半导体片的内层,所述的内层架设于所述的第二凸环,上段保温层和上段外层均设有允许所述的散热装置外露的开口;所述的内层与所述的上段保温层和下段保温层密封连接,下段保温层和下段外层之间密封连接;

所述的复合腔内放置有隔流板,所述的隔流板的外壁紧贴所述的第二凸环的内壁;下段保温层、第二凸环和隔流板围合成与入气口、排气口连通的缓冲气道,所述的隔流板的底部设有连通所述的缓冲气道和复合腔内部的通气孔;

所述的隔流板设有内凸的第三凸环,所述的第三凸环将复合腔分隔为底部的搅拌子腔和上部的试验子腔,所述的搅拌子腔和试验子腔之间设有将气流从下向上驱赶的风扇,所述的通气孔位于所述的第三凸环的下方,所述的振动发生机构位于第三凸环之上;所述的振动发生机构设置于箱体下段;

所述的内层上设有连通所述的试验子腔和缓冲气道的回流气道,所述的隔流板上设有与所述的回流气道连接的连通气道,所述的连通气道与所述的缓冲气道连通;所述的连通气道位于所述的第三凸环之上;所述的入气口、缓冲气道、通气孔、搅拌子腔、风扇、试验子腔和回流气道以及连通气道、排气口构成允许气体在复合腔内部循环的气流通道。

9. 如权利要求 1 所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于所述的纠偏机构包括:与所述的纠偏推杆固接的隔板,分别位于所述的隔板的两边的密闭的高压舱、和与大气连通的低压舱,位于高压舱的、且正对所述的隔板以监测纠偏推杆的位移量的位移传感器,和托持所述的高压舱和低压舱的支座;所述的支座固定于机臂的腹板上,所述的位移传感器的输出信号输入至一控制器中;

所述的高压舱上设有通过充气电磁阀与高压气泵连通的入气口,和通过放气电磁阀与大气连通的出气口,所述的充气电磁阀和放气电磁阀受控于所述的控制器;

所述的高压舱和低压舱固接,高压舱的高压腔与低压舱的低压腔通过所述的隔板相互作用;所述的隔板与所述的高压舱通过第二密封膜密封连接。

所述的第二密封膜的外圈通过外圈固定环压紧并固定于低压舱上,所述的密封膜的内圈通过内圈固定环压紧并固定于所述的隔板上。

10. 如权利要求 9 所述的多参数复合环境试验装置,其特征在于:所述的高压舱的中心设有安装所述的位移传感器的螺纹通孔,所述的通孔的内壁向隔板方向延伸形成一圈环柱形第二凸台,所述的位移传感器与所述的第二凸台密封连接;所述的位移传感器与所述的第二凸台通过螺纹进行密封连接;所述的纠偏推杆与所述的隔板一体成型。

## 多参数复合环境试验装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多参数复合环境试验装置。

### 技术背景

[0002] 随着航空航天事业的蓬勃发展,越来越多的航空航天设备投入运行,对设备上的元器件也提出更高的可靠性要求。这些元器件的工作环境很复杂,如飞机在起飞时会受到诸如线加速度、振动加速度、噪声、温度、气压等环境因素的复合影响。为了保证航空航天器能够在这种复杂的环境中安全可靠地飞行,需要对其中的元器件进行可靠性试验,在实飞的条件下进行试验不仅成本高、周期长,而且有安全隐患,试验结果很难分析。所以,有必要在地面上模拟出实飞时的多参数复合环境,进行低成本、环境因素可控的加速试验。

[0003] 国外少数发达国家在二十世纪五十年代便提出了多参数复合环境试验装置的必要性,到目前为止研发了涉及线加速度、振动、温度、噪声和气压等参数的复合环境,但最多涉及四参数复合。国内的复合试验装置开展的始于二十世纪八十年代,目前的复合环境试验装置仅局限于最多线加速度-热-振动复合的环境试验。为了更深入地开展多参数复合环境的研究,有必要开发出更多参数复合的环境试验装置。

### 发明内容

[0004] 为克服现有的试验机只能模拟单一环境参数,无法全面模拟器件的工作环境,试验效果差、精度低的缺点,本发明提供了一种能全面模拟器件的工作环境,试验效果好、精度高的多参数复合环境试验装置。

[0005] 多参数复合环境试验装置,其特征在于:包括模拟线加速度环境的离心机和安装于离心机的机臂上,模拟振动加速度环境、噪声环境、温度环境和气压环境的环境舱;

所述的环境舱包括密闭的箱体,所述的箱体与一箱盖密封连接,所述的箱体和箱盖均包括由金属制成、以确保箱体刚性的外层和由非金属制成、以保持复合腔内部温度的保温层,所述的箱体的内腔形成与外界独立的环境复合腔;

所述的复合腔内部从上到下依次设有:固定于复合腔的上部的噪声发生机构和复合腔的腔壁上的温度控制机构,位于复合腔的内部、并与外界的振动台动圈联动的振动发生机构,和与气泵连接、将气体引入所述的复合腔的内部以形成气压场的入气口以及与真空发生器密封连接的排气口;

所述的振动发生机构包括承载被测试件的测试平台,分别固定于所述的测试平台的两端、且伸出复合腔的平台推杆和纠偏推杆,连接所述的测试平台与所述的复合腔的内壁的支撑簧片,和固定在测试平台上、检测振动加速度的传感器;

所述的复合腔的腔壁上设有允许所述的推杆贯穿的通孔,所述的推杆的表面与通孔壁之间有间隙,所述的推杆的外露段和内含段之间形成台阶;所述的外露段上套接一环形密封膜,密封膜的内圈与推杆的外露段适配、并通过内圈固定环压紧于所述的台阶,密封膜的外圈通过外圈固定环压紧于所述的环境舱外壁;

所述的平台推杆与所述的振动台动圈连接,所述的纠偏推杆与一能阻止振动发生机构及振动台动圈过度偏移的纠偏机构连接;

所述的振动台动圈的铝架上外围设有阻止动圈发生周向扭转或径向位移的支撑机构;

所述的支撑机构包括与机架固接的、呈中空状的簧片支架,安装于簧片支架上的径向簧片和轴向簧片,以及连接径向簧片和轴向簧片的、呈 T 型的簧片连接架;

所述的铝架套接与所述的簧片支架内,所述的簧片支架的内壁与所述的铝架的外壁之间有间隙;

所述的簧片支架的外表面均匀分布有凸棱,所述的轴向簧片的两端分别架设于相邻的凸棱上,轴向簧片与所述的凸棱固接;

所述的簧片连接架的竖杆部沿动圈轴向固定于所述的轴向簧片的中部,所述的簧片连接架的横杆部与所述的径向簧片固接;

所述的径向簧片的另一端与所述的铝架固接;

所述的相邻的凸棱之间左右对称地设有两个支撑机构;

所述的测试平台的两端均设有支撑簧片,所述的环境舱内壁固定有平台支架,所述的支撑簧片中部固定于所述的测试平台、两端固定于所述的平台支架的内凸的耳板上。

[0006] 进一步,所述的簧片支架呈正棱柱形,所述的簧片支架的棱柱面向外延伸形成所述的凸棱;

所述的铝架的外表面设有与所述的径向簧片连接的第一凸台,所述的第一凸台呈与所述的簧片支架适配的正棱柱;所述的铝架的左右两边分别设有第一凸台。

[0007] 进一步,所述的离心机包括机座,固定于所述的机座上的驱动电机,承载复合参数试验器件的机臂,和将所述的驱动电机的动力传递至所述的机臂的传动机构,固定在机臂上的静平衡质量块和安装于所述的机臂上、实现自适应动平衡的动平衡执行机构;

所述的机臂呈圆盘形,所述的机臂上均匀地设有腹板,所述的环境舱安装于所述的腹板上;

所述的传动机构包括与所述的驱动电机的输出轴连接的带传动机构和与所述的机臂连接的齿轮机构;所述的齿轮机构包括与从动带轮同轴的小齿轮和与所述的机臂固接的大齿轮;

所述的大齿轮的上表面与所述的机臂的底面通过螺栓联接,所述的大齿轮的下表面设有容纳一能为大齿轮提供轴向支撑的推力球轴承的环形槽,所述的大齿轮通过所述的推力球轴承与所述的机座连接,所述的大齿轮的下表面与所述的机座之间有间隙;

所述的大齿轮的中心设有圆形通孔,所述的通孔的底部向内延伸形成一圈用于安装一能限制所述的大齿轮的径向自由度的角接触球轴承的台阶,所述的角接触球轴承的上方设有与所述的机座固接、以压紧所述的角接触球轴承的盖板;

所述的驱动电机和传动机构安装于所述的机座内部;

所述的大齿轮的上表面设有定位环形凸台,所述的机臂的底部设有与所述的凸台适配的环形凹槽。

[0008] 进一步,所述的机座上固定有与所述的机臂连接、以防止灰尘进入传动机构中的密封盖,所述的密封盖与所述的机臂之间为可转动的迷宫式密封连接;

所述的机臂的外缘固定有防止安装于机臂的器件飞出的保护圈,所述的保护圈的内圆周上均匀地分布有保证其刚度的肋板;所述的肋板与所述的机臂固接。

[0009] 进一步,所述的大齿轮的通孔内设有为环境舱供气、且输气管能跟随机臂转动的旋转供气机构,所述的旋转供气机构包括呈中空状的导电滑环和连通输气管与气泵的旋转接头,所述的旋转接头位于所述的导电滑环内部;

所述的导电滑环的定圈与一安装座固接,所述的安装座固定于所述的机座上,所述的导电滑环的动圈与所述的大齿轮联动;所述的导电滑环的动圈与一旋转法兰固接,所述的旋转法兰与所述的大齿轮固接;

所述的旋转接头的定圈与所述的安装座固接,所述的旋转接头的动圈与所述的输气管连接;

所述的安装座位于所述的角接触球轴承内,且与所述的角接触球轴承内圈配合,所述的盖板与所述的安装座固接。

[0010] 进一步,所述的动平衡执行机构包括固定在所述的机臂上的两个动平衡执行单元和控制动平衡执行单元的执行控制器,两个动平衡执行单元的调节方向垂直;所述的动平衡执行单元包括固定于所述的机臂上的底座,固定在所述的底座上的导轨,与所述的导轨滑动连接的滑块和推动所述的滑块沿所述的导轨往复运动的动平衡传动机构,所述的动平衡质量块固接与所述的滑块上;

所述的动平衡传动机构包括步进电机和丝杠机构,丝杠与所述的步进电机的输出轴连接,丝杠螺母与所述的质量块固接;所述的丝杠的两侧分别上设有限制滑块移动范围的限位开关,所述的丝杠的两端分别通过支承座与底座连接,所述的支承座与所述的丝杠之间设有轴承,所述的支承座固定于所述的底座;所述的步进电机受控于所述的执行控制器;

所述的机臂外设有采集由不平衡量引起的机臂的周期性振动响应的采集装置,所述的采集装置与一能获取不同的平衡量引起的振动响应的幅值和相位、并根据所述的幅值和相位计算出机臂的原始不平衡量和各滑块的移动方向和移动距离的处理器连接,所述的处理器通过无线通讯装置与所述的执行控制器通讯。

[0011] 进一步,所述的采集装置包括设置在小齿轮转轴上、能将小齿轮的转速转换成脉冲序列信号的光电编码器,与所述的光电编码器连接的数据采集卡,与所述的数据采集卡连接、并感应机臂是否发生振动并获取振动信号的振动传感器和触发所述的数据采集卡、使其开始采样的触发机构;

将所述的光电编码器输出的脉冲序列信号作为数据采集卡的外时钟信号,将所述的振动传感器输出的振动信号作为数据采集卡的输入信号,将根据所述的外时钟信号对所述的振动信号进行采样后得到的采样信号作为所述的数据采集卡的输出信号,所述的采样信号输入所述的处理器中;所述的振动传感器为电涡流传感器;

所述的触发机构包括固定于所述的机臂的保护圈上的磁钢和与所述的数据采集卡连接的霍尔开关,所述的机臂每转一转,所述的霍尔开关与所述的磁钢相遇一次,所述的霍尔开关与所述的磁钢相遇时发出的脉冲触发所述的数据采集卡。

[0012] 进一步,所述的光电编码器输出的脉冲信号输入一检测机臂转速的变频器中,所述的变频器内预设有有机臂的标准转速,所述的驱动电机受控于所述的变频器。

[0013] 进一步,所述的噪声发生机构包括固定在所述的复合腔的上部的噪声发生板,固



定在所述的噪声发生板上的噪音源和检测复合腔内噪声的分贝值的音频传感器,以及控制所述的噪音源的发生分贝的置于箱体外的控制器;所述的音频传感器的输出信号输入至所述的控制器中;

所述的温度控制机构包括固定在所述的复合腔的外壁的半导体片,紧贴于所述的半导体片的外表面的散热装置,紧贴于复合腔的内壁上的将半导体片的内表面的热量传递至复合腔内的传热翅片,复合腔体内部监测腔内实际温度的温度传感器;所述的温度传感器与所述的控制器连接,所述的半导体片受控于所述的控制器;

所述的复合腔内设有感应其内气压的气压传感器,所述的气压传感器与所述的控制器连接。

[0014] 进一步,所述的箱体由上段和下段拼接而成,上段保温层的顶部向内延伸形成一圈能托持所述的噪声发生板的第一凸环,下段保温层的顶部向内延伸形成第二凸环;

所述的第一凸环和第二凸环之间设有由导热体制成、以安装半导体片的内层,所述的内层架设于所述的第二凸环,上段保温层和上段外层均设有允许所述的散热装置外露的开口;所述的内层与所述的上段保温层和下段保温层密封连接,下段保温层和下段外层之间密封连接;

所述的复合腔内放置有隔流板,所述的隔流板的外壁紧贴所述的第二凸环的内壁;下段保温层、第二凸环和隔流板围合成与入气口、排气口连通的缓冲气道,所述的隔流板的底部设有连通所述的缓冲气道和复合腔内部的通气孔;

所述的隔流板设有内凸的第三凸环,所述的第三凸环将复合腔分隔为底部的搅拌子腔和上部的试验子腔,所述的搅拌子腔和试验子腔之间设有将气流从下向上驱赶的风扇,所述的通气孔位于所述的第三凸环的下方,所述的振动发生机构位于第三凸环之上;所述的振动发生机构设置于箱体下段。

[0015] 进一步,所述的内层上设有连通所述的试验子腔和缓冲气道的回流气道,所述的隔流板上设有与所述的回流气道连接的连通气道,所述的连通气道与所述的缓冲气道连通;所述的连通气道位于所述的第三凸环之上;所述的入气口、缓冲气道、通气孔、搅拌子腔、风扇、试验子腔和回流气道以及连通气道、排气口构成允许气体在复合腔内部循环的气流通道。

[0016] 进一步,所述的散热装置包括热管散热器,固定于所述的内层外壁上、以夹持所述的热管的蒸发段的安装座,和固定于所述的外层以定位所述的热管的冷凝段的固定板;

所述的安装座包括紧贴所述的半导体片的外表面的基座,和顶紧所述的基座、使热管散热器与所述的半导体片外表面充分接触的夹紧板;所述的基座由上凹部和下凹部形成能夹紧热管的夹持部;所述的夹持部呈椭圆形;

每个安装座上有两个夹持部,每个夹持部固定一只热管,每个安装座对应一片半导体片。

[0017] 进一步,所述的上段外层设有密封航空插座、以实现箱体内外的电气连接。密封航空插座可传递箱体内部的温度、气压、振动、噪声等传感器的采集信号到箱体外部的控制器;与此同时,控制器发出的对噪声源的控制信号也由密封航空插座传递。

[0018] 进一步,所述的纠偏机构包括:与所述的纠偏推杆固接的隔板,分别位于所述的隔板的两边的密闭的高压舱、和与大气连通的低压舱,位于高压舱的、且正对所述的隔板以监

测纠偏推杆的位移量的位移传感器,和托持所述的高压舱和低压舱的支座;所述的支座固定于机臂的腹板上,所述的位移传感器的输出信号输入至一控制器中;

所述的高压舱上设有通过充气电磁阀与高压气泵连通的入气口,和通过放气电磁阀与大气连通的出气口,所述的充气电磁阀和放气电磁阀受控于所述的控制器;

所述的高压舱和低压舱固接,高压舱的高压腔与低压舱的低压腔通过所述的隔板相互作用;所述的隔板与所述的高压舱通过第二密封膜密封连接。

[0019] 所述的第二密封膜的外圈通过外圈固定环压紧并固定于低压舱上,所述的密封膜的内圈通过内圈固定环压紧并固定于所述的隔板上。

[0020] 进一步,所述的高压舱的中心设有安装所述的位移传感器的螺纹通孔,所述的通孔的内壁向隔板方向延伸形成一圈环柱形第二凸台,所述的位移传感器与所述的第二凸台密封连接;所述的位移传感器与所述的第二凸台通过螺纹进行密封连接;所述的纠偏推杆与所述的隔板一体成型。

[0021] 本发明的技术构思是:使用圆盘形的机臂,增大了机臂的容量,使离心机能安装更多、更重的试验器件。在机臂上设置腹板、以保证机臂的刚性。

[0022] 直接由大齿轮带动机臂转动,并通过在大齿轮内部安装推力球轴承,使齿轮传动机构不但为机臂提供了转矩,而且限制了大齿轮在竖直方向的自由度,并为大齿轮和机臂提供了向上的支撑力,增大机臂的承载重量,使得安装更多的试验器件成为可能。在大齿轮内安装角接触球轴承,并通过盖板压紧角接触球轴承的内圈,限制了大齿轮的径向自由度和竖直向上的自由度,完全固定大齿轮的位置,保证机臂的旋转中心固定。将大齿轮的下表面设置为圆台状,以在大齿轮内部提供更大的安装空间并减小大齿轮的质量和转动惯量。在大齿轮中部均匀的开设通孔,以减轻大齿轮的质量和转动惯量。

[0023] 本发明通过密闭、保温的箱体形成一个与外界环境相独立的环境复合腔。通过噪声发生机构、温度控制机构、振动发生机构和气流通道将噪声因素、温度因素、振动因素和气压因素等多个环境因素复合于同一个腔体内,能全面模拟器件的工作环境。

[0024] 气泵内的气体经入气口进入缓冲气道中,再经通气孔进入搅拌子腔内,搅拌子腔内的气体被风扇向上驱赶至试验子腔,气体在试验子腔中被半导体片加热(或致冷)形成热(或冷)空气,最后试验子腔内的气体经回流气道、连通气道流汇至缓冲气道中。当复合腔内的气压达到预设值时,关闭气泵,则气体经气流通道不断循环。当需要将复合腔内的气体卸除时,只需开启真空发生器,气体经排气口排入大气中。气泵通过旋转气接头向环境舱供气,真空发生器则固定于机臂上。

[0025] 本发明通过设置气流通道,不但形成气压场,而且被半导体片加热或致冷后的空气不断在复合腔内循环,使复合腔内的温度缓慢升高或下降,且腔内各点的温度均匀,温差小。

[0026] 本发明通过设置缓冲气道,将入气口和排气口与试验子腔隔离,避免了冲放气的瞬间对试验子腔内的气压产生影响,保证试验环境气压稳定,试验精度高。

[0027] 本发明的振动发生机构是将箱外的振动台与平台推杆联动,从而将振动传递至测试平台。测试平台通过支撑簧片安装于平台支架上。使用弹性材料来制造平台支架,当推杆振动时,平台支架发生弹性变形,而支撑簧片又起到杠杆放大作用,从而实现对振动的往复跟随,并限制测试平台的其余自由度。

[0028] 推杆和下段外层之间采用密封膜密封,密封膜的内圈和外圈按 O 型密封圈的标准设计,内、外圈之间为内凹的橡胶膜。安装时,密封膜的内圈和外圈分别用内圈固定环和外圈固定环压紧。这种密封方式在实现密封的同时,由于橡胶膜为弹性件,因此对推杆的运动影响小,保证振动的传递。

[0029] 本发明中由轴向簧片和径向簧片构成振动台动圈的支撑机构,使振动台动圈仅可沿轴向往复振动,而径向振动则受到支撑机构的限制,防止动圈沿周向转动或扭转。

[0030] 支撑机构在两个平面分别在四个位置对动圈的偏移、扭转等横向振动进行约束。在安装时,在保证动圈和气隙磁场同轴的前提下,拉紧各支撑单元的径向簧片,依靠轴向簧片的扭转变形、径向簧片的杠杆放大作用实现对动圈往复振动的跟随。该支撑机构具有轴向刚度小、径向刚度大的特点,在完成对振动台动圈的支撑的前提下,减小对运动部件轴向振动的影响。

[0031] 在测试平台的一端设置纠偏机构,通过在隔板两边设置内压不同的高压舱和低压舱,以隔板两边的压力差作为纠正振动台偏移的纠偏力,使运动部件回到初始平衡位置,保证振动台正常工作。纠偏力通过纠偏推杆,经测试平台、平台推杆传递至振动台动圈,以平衡振动台动圈及纠偏力传递部件自身所受的离心力。通过控制高压舱和低压舱的压力差,即可调整纠偏力的大小。

[0032] 在高压舱上设置凸台,不但可以实现位移传感器和高压舱的密封连接,而且凸台还可限定振动台动圈的最大偏移量,以保证安全。

[0033] 当位移传感器感应到的纠偏推杆的实际偏移位移量大于预设允许最大位移量时,控制器使充气电磁阀打开、放气电磁阀关闭,向高压舱中充入高压气,提高纠偏力,直至纠偏推杆前进至设定范围内。

[0034] 当位移传感器感应到的纠偏推杆的实际偏移位移量小于预设允许最小位移量时,控制器使充气电磁阀关闭、放气电磁阀打开,卸除高压舱中部分气体以减小压差,降低纠偏力,直至纠偏推杆回退至设定范围内。

[0035] 本发明使用的纠偏介质为空气,空气不但成本低廉,而且密度小,自身受离心力的作用小,控制简单,效果好。

[0036] 本发明通过设置导电滑环和旋转接头,实现了对离心机内部的环境舱的旋转供电和旋转供气的同时,气泵和及其连接线、连接管无需旋转,保证离心机工作可靠。

[0037] 将光电编码器输出的脉冲信号输入变频器中,以便将实际转速与变频器中预设的标准转速比较,若实际转速大于标准转速,则使驱动电机的转速加快;若实际转速小于标准转速,则使驱动电机的转速变慢。这样,就能保证离心机产生的线加速度始终处于稳定状态。

[0038] 通过在机臂上安装动平衡执行机构,通过分析机臂的由不平衡量引起的振动响应来获取动平衡执行单元的调整参数,使机臂达到动平衡。当机臂的转速和质量分布发生变化时,机臂的振动响应也相应的发生变化,处理器将重新分析、计算振动响应,重新移动动平衡执行机构的滑块,使机臂重新达到动平衡。

[0039]

本发明具有以下优点:1、能全面模拟器件的线加速度、振动、温度、噪声、气压工作环境,试验效果好、精度高。

- [0040] 2、离心机机体占用空间小,机臂容量大,能承载环境舱及多样附属设备,并能实现机臂的自适应动平衡。
- [0041] 3、振动台运动件能有效克服离心力的作用,保证振动台在离心加速度的作用下正常工作。
- [0042] 4、采用传感器及作动元件分布式布局方案,使得可在离心环境下实现温度、噪声和气压环境。

#### 附图说明

- [0043] 图 1 为本发明的示意图。
- [0044] 图 2 为本发明的剖视图。
- [0045] 图 3 是环境舱的正视图。
- [0046] 图 3-1 是图 3 的 A-A 向剖视图。
- [0047] 图 4 是上段箱体的示意图。
- [0048] 图 4-1 是上段箱体的俯视图。
- [0049] 图 4-2 是图 4-1 的 B-B 向剖视图。
- [0050] 图 5 是下段箱体的示意图。
- [0051] 图 5-1 是下段箱体的剖视图。
- [0052] 图 6 是推杆和密封膜的安装示意图。
- [0053] 图 7 是上段箱体内层的示意图。
- [0054] 图 8 是上段箱体外层的示意图。
- [0055] 图 9 是上段箱体保温层的示意图。
- [0056] 图 10 是密封膜的示意图。
- [0057] 图 11-1 为离心机的大齿轮的从上向下看的示意图。
- [0058] 图 11-2 为离心机的大齿轮的从下向上看的示意图。
- [0059] 图 11-3 为离心机的大齿轮的剖视图。
- [0060] 图 12-1 为离心机的机臂的从上向下看的示意图。
- [0061] 图 12-2 为离心机的机臂的从下向上看的示意图。
- [0062] 图 12-3 为离心机的机臂的剖视图。
- [0063] 图 13 为图 2 的 I 部放大图。
- [0064] 图 14 为动平衡执行单元的剖视图。
- [0065] 图 15 为动平衡执行机构的控制流程图。
- [0066] 图 16 为连接有振动台动圈和纠偏机构的测试平台的示意图。
- [0067] 图 17 为连接有振动台动圈和纠偏机构的测试平台的剖视图。
- [0068] 图 18 为振动台动圈与测试台的示意图。
- [0069] 图 19 为径向簧片和轴向簧片连接的示意图。
- [0070] 图 20 为簧片支架的示意图。
- [0071] 图 21 为铝架的示意图。
- [0072] 图 22 为簧片支架与铝架连接的剖视图。
- [0073] 图 23 为纠偏机构的示意图。

## 具体实施方式

### [0074] 实施例一

参照图 1、2、3、16、18、19、20、21、22

多参数复合环境试验装置,包括模拟环境线加速度的离心机 1 和安装于离心机 1 的机臂 11 上、模拟环境中的振动加速度、环境噪声、环境温度和气压的环境舱 2;

所述的环境舱 2 包括密闭的箱体,所述的箱体与一箱盖 22 密封连接,所述的箱体和箱盖 22 均包括由金属制成、以确保箱体刚性的外层和由非金属制成、以保持复合腔内部温度的保温层,所述的箱体的内腔形成与外界独立的环境复合腔;

所述的复合腔内部从上到下依次设有:固定于复合腔的上部的噪声发生机构 23 和复合腔的腔壁上的温度控制机构,位于复合腔的内部、并与外界的振动台动圈 3 联动的振动发生机构 24,和与气泵连接、将气体引入所述的复合腔的内部以形成气压场的入气口 A 以及与真空发生器密封连接的排气口;

所述的振动发生机构 24 包括承载被测试件的测试平台 241,分别固定于所述的测试平台 241 的两端、且伸出复合腔平台推杆 242 和纠偏推杆 243,连接所述的测试平台 241 与所述的复合腔的内壁的支撑簧片 244,和固定在测试平台 241、检测振动加速度的传感器;

所述的复合腔的腔壁上设有允许所述的推杆 242、243 贯穿的通孔,所述的推杆 242、243 的表面与通孔壁之间有间隙,所述的推杆 241 的外露段 2411 和内含段 2412 之间形成台阶;所述的外露段 2411 上套接一环形密封膜 245,密封膜 245 的内圈 2452 与推杆的外露段适配、并通过内圈固定环 262 压紧于所述的台阶,密封膜 245 的外圈 2451 通过外圈固定环 261 压紧于所述的环境舱外壁;

所述的平台推杆 242 与所述的振动台动圈 3 连接,所述的纠偏推杆 243 与一能阻止振动发生机构及振动台动圈过度偏移的纠偏机构 4 连接;

所述的振动台动圈 3 的铝架 31 上外围设有阻止动圈 3 发生周向扭转或径向位移的支撑机构 32。

[0075] 所述的支撑机构 32 包括与机架固接的、呈中空状的簧片支架 324,安装于簧片支架 324 上的径向簧片 322 和轴向簧片 321,以及连接径向簧片 322 和轴向簧片 321 的、呈 T 型的簧片连接架 323;

所述的铝架 31 套接与所述的簧片支架 324 内,所述的簧片支架 324 的内壁与所述的铝架 31 的外壁之间有间隙;

所述的簧片支架 324 的外表面均匀分布有凸棱 3241,所述的轴向簧片 321 的两端分别架设于相邻的凸棱 3241 上,轴向簧片 321 与所述的凸棱 3241 固接;

所述的簧片连接架 323 的竖杆部 3231 沿动圈轴向固定于所述的轴向簧片 321 的中部,所述的簧片连接架 323 的横杆部 3232 与所述的径向簧片 322 固接;

所述的径向簧片 322 的另一端与所述的铝架 31 固接;

相邻的凸棱 3241 之间左右对称地设有两个支撑机构 32;

所述的测试平台 241 的两端均设有支撑簧片 244,所述的环境箱内壁上固定有平台支架 246,所述的支撑簧片 244 一端固定于所述的测试平台 241、另一端固定于所述的平台支架 246 的内凸的耳板上。

[0076] 所述的簧片支架 324 呈正棱柱形,所述的簧片支架 324 的棱柱面向外延伸形成所述的凸棱 3241。

[0077] 所述的铝架 31 的外表面设有与所述的径向簧片 322 连接的第一凸台 311,所述的第一凸台 311 呈与所述的簧片支架 324 适配的正棱柱;所述的铝架 311 的左右两边分别设有第一凸台 311。

[0078] 所述的动圈铝架 31 上设有前后两个凸棱 311,每个凸棱可上下、左右安装 4 个支撑机构 32,分别与簧片支架上的凸棱对应。动圈 3 在 8 个支撑结构 32 的支撑下,在簧片支架的孔内进行振动。

[0079] 本实施例的技术构思是:本发明的振动发生机构 24 是将箱外的振动台与平台推杆 242 联动,从而将振动传递至测试平台 241。

[0080] 推杆和下段外层之间采用密封膜 245 密封,密封膜 245 的内圈 2452 和外圈 2451 按 O 型密封圈的标准设计,内、外圈 2452、2451 之间为内凹的橡胶膜 2453。安装时,密封膜 245 的内圈和外圈分别用内圈固定环 262 和外圈固定环 261 压紧。这种密封方式在实现密封的同时,由于橡胶膜 2453 为弹性件,因此对推杆的运动影响小,保证振动的传递。

[0081] 本发明中由轴向簧片 321 和径向簧片 322 构成振动台动圈 3 的支撑机构,使振动台动圈 3 仅可沿轴向往复振动,而径向振动则受到支撑机构的限制,防止动圈 3 沿周向转动或扭转。

[0082] 支撑机构在两个平面分别在四个位置对动圈的偏移、扭转等横向振动进行约束。在安装时,在保证动圈和气隙磁场同轴的前提下,拉紧各支撑单元的径向簧片,依靠轴向簧片的扭转变形、径向簧片的杠杆放大作用实现对动圈往复振动的跟随。该支撑机构具有轴向刚度小、径向刚度大的特点,在完成对振动台动圈的支撑的前提下,减小对运动部件轴向振动的影响。

[0083] 测试平台 241 通过支撑簧片 244 安装于平台支架 246 上。使用弹性材料来制造平台支架 246,当推杆振动时,平台支架 246 发生弹性变形,而支撑簧片 244 又起到杠杆放大作用,从而实现对振动的往复跟随,并限制测试平台 241 的其余自由度。

[0084] 实施例二

参照图 19

本实施例与实施例一的区别之处在于:所述的纠偏机构 4 包括:与所述的纠偏推杆固接的隔板 41,分别位于所述的隔板 41 的两边的密闭的高压舱 42、和与大气连通的低压舱 43,位于高压舱 42 的、且正对所述的隔板 41 以监测纠偏推杆 243 的位移量的位移传感器 44,和托持所述的高压舱 42 和低压舱 43 的支座;所述的支座固定于机臂 11 的腹板 111 上,所述的位移传感器 44 的输出信号输入至一控制器中;

所述的高压舱 42 上设有通过充气电磁阀与高压气泵连通的入气口,和通过放气电磁阀与大气连通的出气口,所述的充气电磁阀和放气电磁阀受控于所述的控制器;

所述的高压舱 42 和低压舱 43 固接,高压舱 42 的高压腔 421 与低压舱 43 的低压腔 431 通过所述的隔板 41 相互作用;所述的隔板 41 与所述的高压舱 42 通过第二密封膜 45 密封连接。

[0085] 所述的第二密封膜 45 的外圈通过外圈固定环压紧并固定于低压舱上,所述的密封膜的内圈通过内圈固定环压紧并固定于所述的隔板上。

[0086] 所述的高压舱 42 的中心设有安装所述的位移传感器 44 的螺纹通孔,所述的通孔的内壁向隔板方向延伸形成一圈环柱形的第二凸台,所述的位移传感器与所述的第二凸台密封连接;所述的位移传感器 44 与所述的第二凸台通过螺纹进行密封连接;所述的纠偏推杆 243 与所述的隔板 41 一体成型。

[0087] 本实施例的技术构思是:在测试平台的一端设置纠偏机构,通过在隔板两边设置内压不同的高压舱和低压舱,以隔板两边的压力差作为纠正振动台偏移的纠偏力,使运动部件回到初始平衡位置,保证振动台正常工作。纠偏力通过纠偏推杆,经测试平台、平台推杆传递至振动台动圈,以平衡振动台动圈及纠偏力传递部件自身所受的离心力。通过控制高压舱和低压舱的压力差,即可调整纠偏力的大小。

[0088] 在高压舱上设置第二凸台,不但可以实现位移传感器和高压舱的密封连接,而且第二凸台还可限定振动台动圈的最大偏移量,以保证安全。

[0089] 当位移传感器感应到的纠偏推杆的实际偏移位移量小于预设允许最小位移量时,控制器使充气电磁阀关闭、放气电磁阀打开,卸除高压舱中部分气体以减小压差,降低纠偏力,直至纠偏推杆回退至设定范围内。

[0090] 当位移传感器感应到的纠偏推杆的实际偏移位移量大于预设允许最大位移量时,控制器使充气电磁阀打开、放气电磁阀关闭,向高压舱中充入高压气,提高纠偏力,直至纠偏推杆前进至设定范围内。

[0091] 本发明使用的纠偏介质为空气,空气不但成本低廉,而且密度小,自身受离心力的作用小,控制简单,效果好。

[0092] 实施例三

参照图 11-1~15

本实施例与实施例二的区别之处在于:所述的离心机 1 包括机座 12,固定于所述的机座 12 上的驱动电机 13,承载复合参数试验器件的机臂 11,和将所述的驱动电机 13 的动力传递至所述的机臂 11 的传动机构,固定在机臂上的静平衡质量块 14 和安装于所述的机臂 11 上、实现自适应动平衡的动平衡执行机构;

所述的机臂 11 呈圆盘形,所述的机臂 11 上均匀地设有腹板 111,所述的环境舱 2 安装于所述的腹板 111 上;

所述的传动机构包括与所述的驱动电机的输出轴连接的带传动机构 16 和与所述的机臂 11 连接的齿轮机构 17;所述的齿轮机构 17 包括与从动带轮同轴的小齿轮 171 和与所述的机臂 11 固接的大齿轮 172;

所述的大齿轮 172 的上表面与所述的机臂 11 的底面通过螺栓联接,所述的大齿轮 172 的下表面设有容纳一能为大齿轮提供轴向支撑的推力球轴承 6 的环形槽 1721,所述的大齿轮 172 通过所述的推力球轴承 6 与所述的机座 12 连接,所述的大齿轮 172 的下表面与所述的机座之间有空隙;

所述的大齿轮 172 的中心设有圆形通孔 1722,所述的通孔 1722 的底部向内延伸形成一圈用于安装一能限制所述的大齿轮的径向自由度的角接触球轴承 7 的台阶 1723,所述的角接触球轴承 7 的上方设有与所述的机座 12 固接、以压紧所述的角接触球轴承 7 的盖板 71;

所述的驱动电机 13 和传动机构安装于所述的机座 1 内部;

所述的大齿轮 172 的上表面设有定位环形凸台 1724,所述的机臂 11 的底部设有与所述

的凸台 1724 适配的环形凹槽 113。

[0093] 所述的机座 12 上固定有与所述的机臂 11 连接、以防止灰尘进入传动机构中的密封盖 18,所述的密封盖 18 与所述的机臂 11 之间为可转动的迷宫式密封连接;

所述的机臂 11 的外缘固定有防止安装于机臂 11 的器件飞出的保护圈 112,所述的保护圈 112 的内圆周上均匀地分布有保证其刚度的肋板 1121;所述的肋板 1121 与所述的机臂 11 固接。

[0094] 所述的大齿轮 172 的通孔内设有为环境舱供气、且输气管能跟随所述的机臂 11 转动的旋转供气机构,所述的旋转供气机构包括呈中空状的导电滑环 181 和连通输气管与气泵的旋转接头 182,所述的旋转接头 182 位于所述的导电滑环 181 内部;

所述的导电滑环 181 的定圈与一安装座 183 固接,所述的安装座 183 固定于所述的机座 12,所述的导电滑环 181 的动圈与所述的大齿轮 172 联动;所述的导电滑环 181 的动圈与一旋转法兰 184 固接,所述的旋转法兰 184 与所述的大齿轮 172 固接;

所述的旋转接头 182 的定圈与所述的安装座 183 固接,所述的旋转接头 182 的动圈与所述的输气管连接;

所述的安装座 183 位于所述的角接触球轴承 7 内,所述的盖板 71 与所述的安装座 183 固接;

所述的动平衡执行机构包括固定于所述的机臂 11 上的两个动平衡执行单元 15 和控制动平衡执行单元的执行控制器 19,两个动平衡执行单元 15 的调节方向垂直;所述的动平衡执行单元 15 包括固定于所述的机臂 11 上的底座 151,固定在所述的底座 151 上的导轨 152,与所述的导轨 152 滑动连接的滑块 153 和推动所述的滑块 153 沿所述的导轨 152 往复运动的动平衡传动机构,所述的动平衡质量块 154 固接与所述的滑块 153 上;所述的动平衡执行单元受控于所述的执行控制器 19;

所述的动平衡传动机构包括步进电机 1551 和丝杠机构,丝杠 1552 与所述的步进电机 1551 的输出轴连接,丝杠螺母 1553 与所述的质量块 154 固接;所述的丝杠 1552 的两侧分别上设有限制滑块移动范围的限位开关 1554,所述的丝杠 1552 的两端分别通过支承座 1555 与底座 151 连接,所述的支承座 1555 与所述的丝杆 1552 之间设有轴承 1556,所述的支承座 1555 固定于所述的底座 151;

所述的机臂 11 外设有采集由不平衡量引起的机臂 11 的周期性振动响应的采集装置,所述的采集装置与一能获取不同的平衡量引起的振动响应的幅值和相位、并根据所述的幅值和相位计算出机臂的原始不平衡量和各滑块的移动方向和移动距离的处理器 54 连接,所述的处理器 54 通过无线通讯装置 56 和所述的执行控制器 19 通讯。

[0095] 所述的采集装置包括设置在小齿轮 171 转轴上、能将小齿轮的转速转换成脉冲序列信号的光电编码器 51,与所述的光电编码器 51 连接的数据采集卡 52,与所述的数据采集卡 52 连接、并感应机臂 11 是否发生振动并获取振动信号的振动传感器 53 和触发所述的数据采集卡 52、使其开始采样的触发机构;

将所述的光电编码器 51 输出的脉冲序列信号作为数据采集卡 52 的外时钟信号,将所述的振动传感器 53 输出的振动信号作为数据采集卡 52 的输入信号,将根据所述的外时钟信号对所述的振动信号进行采样后得到的采样信号作为所述的数据采集卡 52 的输出信号,所述的采样信号输入所述的处理器 54 中;所述的振动传感器 53 为电涡流传感器;



所述的触发机构包括固定于所述的机臂 11 的保护圈上的磁钢 114 和与所述的数据采集卡 52 连接的霍尔开关 55, 所述的机臂 11 每转一转, 所述的霍尔开关 55 与所述的磁钢 114 相遇一次, 所述的霍尔开关 55 与所述的磁钢 114 相遇时发出的脉冲触发所述的数据采集卡 52 开始进行采样。

[0096] 所述的光电编码器 51 输出的脉冲信号输入一检测机臂 11 转速的变频器 57 中, 所述的变频器 57 内预设有机臂 11 的标准转速, 所述的驱动电机 13 受控于所述的变频器 57。

[0097] 本实施例的技术构思是; 使用圆盘形的机臂, 增大了机臂的容量, 使离心机能安装更多、更重的试验器件。在机臂上设置腹板、以保证机臂的刚性。

[0098] 直接由大齿轮带动机臂转动, 并通过在大齿轮内部安装推力球轴承, 使齿轮传动机构不但为机臂提供了转矩, 而且限制了大齿轮在竖直方向的自由度, 并为大齿轮和机臂提供了向上的支撑力, 增大机臂的承载重量, 使得安装更多的试验器件成为可能。在大齿轮内安装角接触球轴承, 并通过盖板压紧角接触球轴承的内圈, 限制了大齿轮的径向自由度和竖直向上的自由度, 完全固定大齿轮的位置, 保证机臂的旋转中心固定。将大齿轮的下表面设置为圆台状, 以在大齿轮内部提供更大的安装空间并减小大齿轮的质量和转动惯量。还可以在大齿轮均匀的开设通孔, 以减轻大齿轮的质量和转动惯量。

[0099] 本发明通过设置导电滑环和旋转接头, 实现了对离心机内部的环境舱的旋转供电和旋转供气的同时, 气泵和及其连接线、连接管无需旋转, 保证离心机工作可靠。

[0100] 将光电编码器输出的脉冲信号输入变频器中, 以便将实际转速与变频器中预设的标准转速比较, 若实际转速大于标准转速, 则使驱动电机的转速加快; 若实际转速小于标准转速, 则使驱动电机的转速变慢。这样, 就能保证离心机产生的线加速度始终处于稳定状态。

[0101] 通过在机臂上安装动平衡执行机构, 通过分析机臂的由不平衡量引起的振动响应来获取动平衡执行单元的调整参数, 使机臂达到动平衡。当机臂的转速和质量分布发生变化时, 机臂的振动响应也相应的发生变化, 处理器将重新分析、计算振动响应, 重新移动动平衡执行机构的滑块, 使机臂重新达到动平衡。

[0102] 本实施例中的处理器的处理步骤为:

(1)、光电编码器将小齿轮转轴当前转速转换成脉冲序列信号, 保证机臂每转一转, 不论机臂转速高低, 脉冲序列中的脉冲数一样, 实时记录所述的脉冲序列信号;

(2)、以磁钢作为机臂上的标记, 磁钢与霍尔开关相遇时发出一个脉冲信号, 触发数据采集卡开始工作; 规定以机臂的回转中心为原点, 磁钢和原点的连线为  $x$  轴, 从所述的原点到所述的标记处的方向为  $+x$  向, 并按照右手定则找到  $y$  轴和  $+y$  向;

(3)、离心机在投入使用前, 需要获取机臂的加工误差曲线, 并将所述的加工误差曲线作为系统误差保存下来; 使机臂在极低的转速下转  $N_r$  转, 使动不平衡量引起的振动的大小几乎为 0, 以当前脉冲序列信号作为数据采集卡的外时钟信号, 以标记发出的脉冲信号作为数据采集卡的触发信号, 对所述的机臂加工误差曲线进行整周期采样, 采样机臂转动的转数为  $N_r$ , 转子每转一转, 数据采集卡整周期采样  $N_g$  个点, 获得造成机臂的加工误差曲线  $z_3(n)$  ( $n = 1, 2, \dots, N_r N_g$ ), 记录所述的加工误差曲线;

(4)、使离心机处于正常工作状态, 获取机臂的不平衡量引起的第一振动信号, 以当前

脉冲序列信号作为数据采集卡的外时钟信号,以标记发出的脉冲作为数据采集卡的触发信号,对所述的第一振动信号采样,采样机臂转动的转数及每转的采样点数和步骤(3)中一样,分别为  $N_T$  和  $N_S$ ,获得第一振动响应曲线  $z_1(n)$  ( $n=1,2,\dots,N_T N_S$ );去除第一振动响应曲线中的加工误差  $x_1(n) = z_1(n) - z_3(n)$  ( $n=1,2,\dots,N_T N_S$ ),

利用自动跟踪相关滤波消除干扰信号、并获取第一振动响应曲线的幅值和相位分别为:

$$A_1 = \sqrt{\left[ 2 \sum_{n=1}^{N_T N_S} x_1(n) \cos\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S) \right]^2 + \left[ 2 \sum_{n=1}^{N_T N_S} x_1(n) \sin\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S) \right]^2}$$

$$\varphi_1 = \arctan \left[ \frac{\sum_{n=1}^{N_T N_S} x_1(n) \cos\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S)}{\sum_{n=1}^{N_T N_S} x_1(n) \sin\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S)} \right]$$

(5)、分别移动  $x$ 、 $y$  轴向上的动平衡执行单元的滑块,并记录两个轴向上滑块移动的位移量分别为  $x$ 、 $y$ ,其中如果位移量为正表示向正方向移动,为负表示向负方向移动;

获取机臂当前的不平衡量引起的第二振动信号,以当前脉冲序列信号作为数据采集卡的外时钟信号,以标记发出的脉冲作为数据采集卡的触发信号对所述的第二振动信号采样,采样机臂转动的转数及每转的采样点数和步骤(3)中一样,分别为  $N_T$  和  $N_S$ ,获得第二振动响应曲线  $z_2(n)$  ( $n=1,2,\dots,N_T N_S$ );去除第二振动响应曲线中的加工误差  $x_2(n) = z_2(n) - z_3(n)$  ( $n=1,2,\dots,N_T N_S$ ),利用自动跟踪相关滤波消除干扰信号、并获取第二振动响应曲线的幅值和相位分别为:

$$A_2 = \sqrt{\left[ 2 \sum_{n=1}^{N_T N_S} x_2(n) \cos\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S) \right]^2 + \left[ 2 \sum_{n=1}^{N_T N_S} x_2(n) \sin\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S) \right]^2}$$

$$\varphi_2 = \arctan \left[ \frac{\sum_{n=1}^{N_T N_S} x_2(n) \cos\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S)}{\sum_{n=1}^{N_T N_S} x_2(n) \sin\left(\frac{2\pi}{N_S} n\right) / (N_T N_S)} \right]$$

(6)、根据步骤(4)和步骤(5)得出的第一、第二振动响应曲线的幅值和相位,以及各滑块的移动方向和位移量,使用影响系数法计算出机臂的原始不平衡量:

$$U = \frac{A_1 e^{j\varphi_1} m(x + jy)}{A_2 e^{j\varphi_2} - A_1 e^{j\varphi_1}}$$

根据所述的原始不平衡量,并分别取其在两个滑块移动方向上的投影为  $U_x$ 、 $U_y$ ,即  $U = U_x + jU_y$ ,得出为使离心机达到动平衡、各动平衡执行机构的滑块需移动的方向和距离,计算公式如下:

$$d_x = \frac{U_x}{m} - x, d_y = \frac{U_y}{m} - y$$

其中  $d_x$  为正表示向  $+x$  方向移动,为负表示向  $-x$  方向移动,  $d_y$  为正表示向  $+y$  方向移

动,为负表示向  $-y$  方向移动; $x$ 、 $y$  为步骤 (6) 中两个滑块移动的位移量; $m$  为移动部分质量,移动部分包括滑块、丝杆螺母、动平衡质量块和联接用的螺栓螺母;

(7)、使各动平衡执行机构的滑块移动至要求的位置;获取离心机当前的振动响应,判断当前振动是否处于振动允许范围内,若是,则保持各滑块的位置;若否,则返回步骤(4)。

[0103] 步骤(7)中,在移动滑块前,先判断滑块是否会被移动到导轨之外;若是,则发出报警,并提示无法完成动平衡;若否,则移动滑块。

[0104] 实施例四

参照图 3-10

本实施例与实施例三的区别之处在于:所述的噪声发生机构 23 包括固定在所述的复合腔的上部的噪声发生板,固定在所述的噪声发生板上的噪音源和检测复合腔内噪声的分贝值的音频传感器,以及控制所述的噪音源的发生分贝的置于箱体外的控制器;所述的音频传感器的输出信号输入至所述的控制器中;

所述的温度控制机构 25 包括固定在所述的复合腔的外壁的半导体片,紧贴于所述的半导体片的外表面的散热装置,紧贴于复合腔的内壁、将半导体片的温度传递至复合腔内的传热翅片 251 和监测复合腔内的实际温度的温度传感器;所述的温度传感器与所述的控制器连接,所述的半导体片受控于所述的控制器;

所述的复合腔内设有感应其内气压的气压传感器,所述的气压传感器与所述的控制器连接。

[0105] 所述的箱体由上段 211 和下段 212 拼接而成,上段保温层 2112 的顶部向内延伸形成一圈能托持所述的噪声发生板的第一凸环 21121,下段保温层的顶部向内延伸形成第二凸环 21221;

所述的第一凸环 21121 和第二凸环 21221 之间设有由导热体制成、以安装半导体片的内层 213,所述的内层 213 架设于所述的第二凸环 21221,上段保温层 2112 和上段外层 2111 均设有允许所述的散热装置外露的开口;所述的内层 213 与所述的上段保温层 2112 和下段保温层 2122 密封连接,下段保温层 2122 和下段外层 2121 之间密封连接;

所述的复合腔内放置有隔流板 26,所述的隔流板 26 的外壁紧贴所述的第二凸环 21221 的内壁;下段保温层 2122、第二凸环 21221 和隔流板 26 围合成与入气口 A、排气口连通的缓冲气道 B,所述的隔流板 26 的底部设有连通所述的缓冲气道 B 和复合腔内部的通气孔 C;

所述的隔流板 26 设有内凸的第三凸环 261,所述的第三凸环 261 将复合腔分隔为底部的搅拌子腔 E 和上部的试验子腔 F,所述的搅拌子腔 E 和试验子腔 F 之间设有将气流从下向上驱赶的风扇,所述的通气孔 C 位于所述的第三凸环 261 的下方,所述的振动发生机构 24 位于第三凸环 261 之上;所述的振动发生机构 24 设置于箱体下段。

[0106] 所述的内层 213 上设有连通所述的试验子腔 F 和缓冲气道 B 的回流气道 G,所述的隔流板 26 上设有与所述的回流气道 G 连接的连通气道 D,所述的连通气道 D 与所述的缓冲气道 B 连通;所述的连通气道 D 位于所述的第三凸环 261 之上;所述的入气口 A、缓冲气道 B、通气孔 C、搅拌子腔 E、风扇、试验子腔 F 和回流气道 G 以及连通气道 D、排气口构成允许气体在复合腔内部循环的气流通道。

[0107] 所述的散热装置包括热管散热器,固定于所述的内层 213 外壁上、以夹持所述的热管的蒸发段的安装座 252,和固定于所述的外层以定位所述的热管的冷凝段的固定板

253；

所述的安装座 252 包括紧贴所述的半导体片的外表面的基座 2521, 和顶紧所述的基座 2521、使热管散热器与所述的半导体片外表面充分接触的夹紧板 2522；所述的基座 2521 的内凹部和夹紧板 2522 的外凸部围合成能夹紧热管的夹持部 2523；所述的夹持部 2523 呈椭圆形；

每个安装座 252 上有两个夹持部 2523, 每个夹持部 2523 固定一只热管, 每个安装座对应一片半导体片。

[0108] 所述的上段外层 2111 设有密封航空插座、以实现箱体内外的电气连接。密封航空插座可传递箱体内部的温度、气压、振动、噪声等传感器的采集信号到箱体外部的控制器；与此同时, 控制器发出的对噪声源的控制信号。

[0109] 本实施例的技术构思是：本发明通过密闭、保温的箱体形成一个与外界环境相独立的环境复合腔。通过噪声发生机构、温度控制机构、振动发生机构和气流通道将噪声因素、温度因素、振动因素和气压因素等多个环境因素复合于同一个腔体内, 能全面模拟器件的工作环境。

[0110] 气泵内的气体经入气口进入缓冲气道中, 再经通气孔进入搅拌子腔内, 搅拌子腔内的气体被风扇向上驱赶至试验子腔, 气体在试验子腔中被半导体片加热(或致冷)形成热(或冷)空气, 最后试验子腔内的气体经回流气道、连通气道流汇至缓冲气道中。当复合腔内的气压达到预设值时, 关闭气泵, 则气体经气流通道不断循环。当需要将复合腔内的气体卸除时, 只需开启真空发生器, 气体经排气口排入大气中。气泵通过旋转气接头向环境舱供气, 真空发生器则固定于机臂上。

[0111] 本发明通过设置气流通道, 不但形成气压场, 而且被半导体片加热或致冷后的空气不断在复合腔内循环, 使复合腔内的温度缓慢升高或下降, 且腔内各点的温度均匀, 温差小。

[0112] 本发明通过设置缓冲气道, 将入气口和排气口与试验子腔隔离, 避免了冲放气的瞬间对试验子腔内的气压产生影响, 保证试验环境气压稳定, 试验精度高。

[0113] 本说明书实施例所述的内容仅仅是对发明构思的实现形式的列举, 本发明的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式, 本发明的保护范围也及于本领域技术人员根据本发明构思所能够想到的等同技术手段。



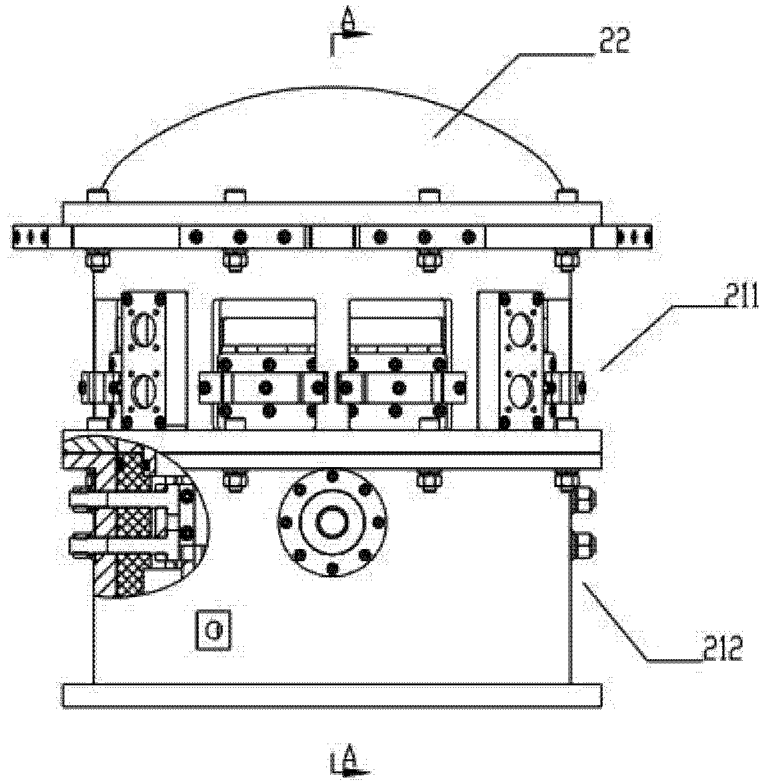


图 3

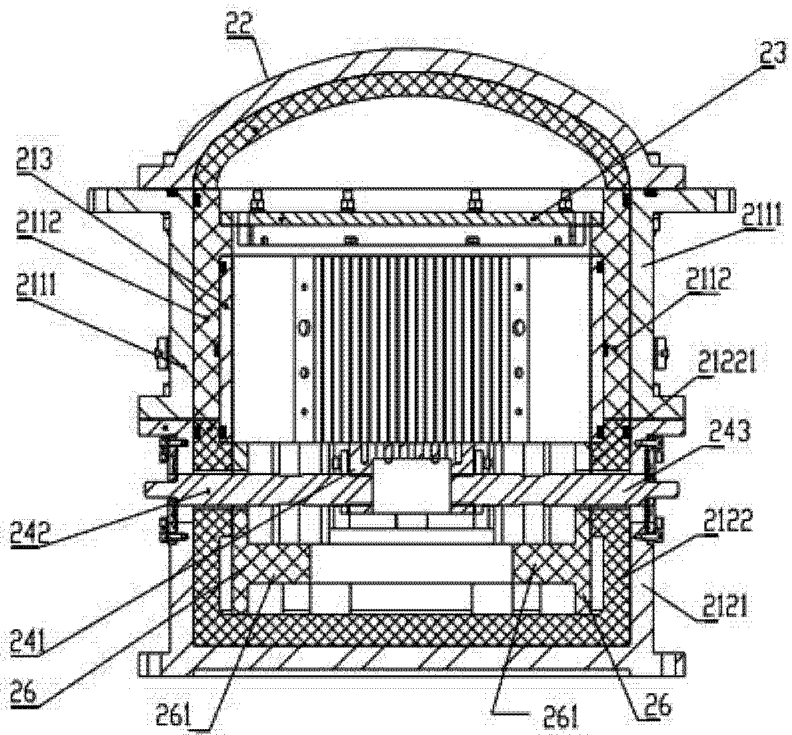


图 3-1

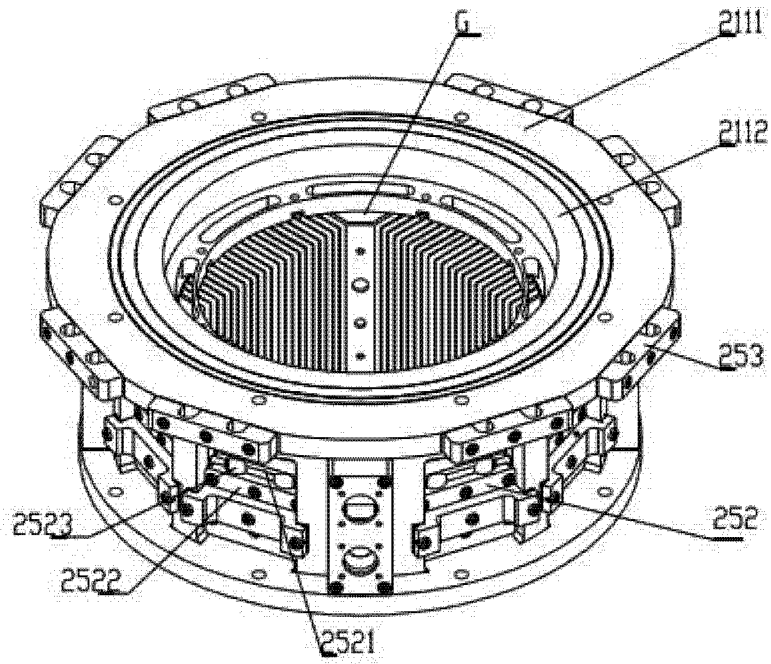


图 4

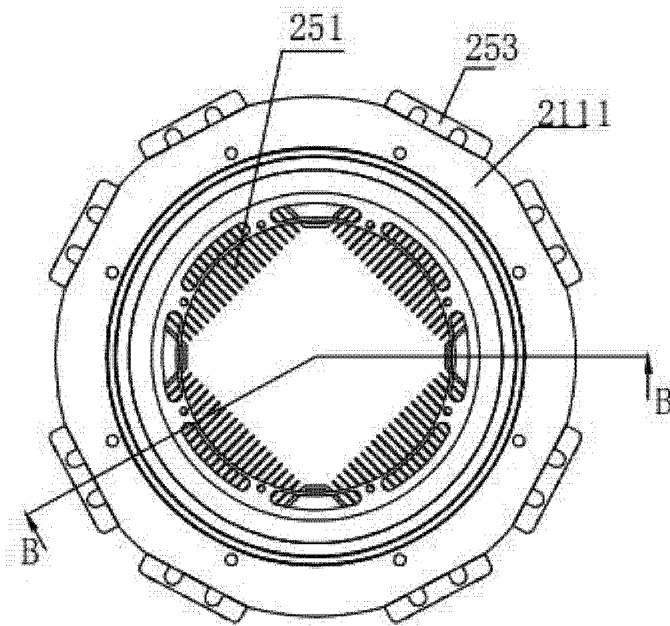


图 4-1

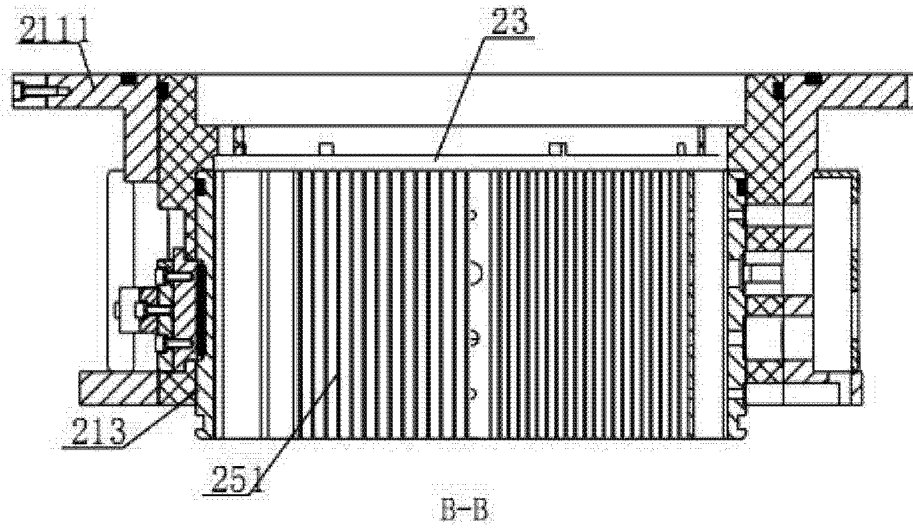


图 4-2

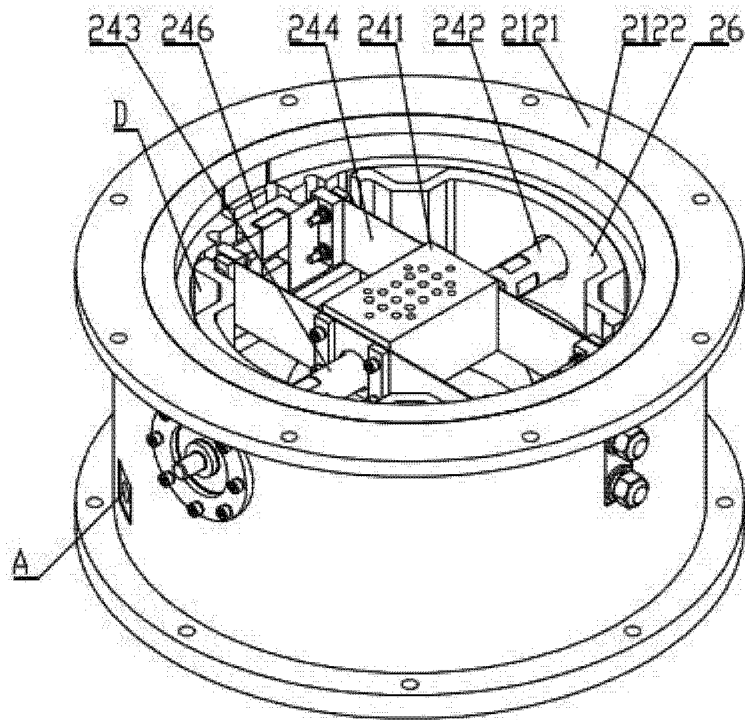


图 5



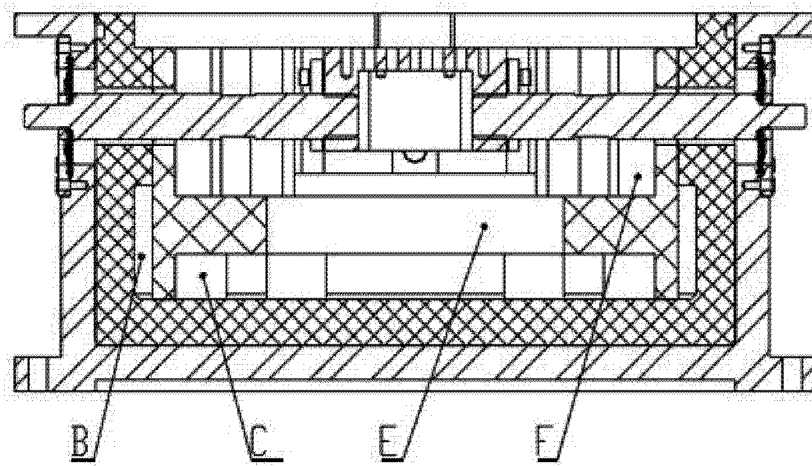


图 5-1

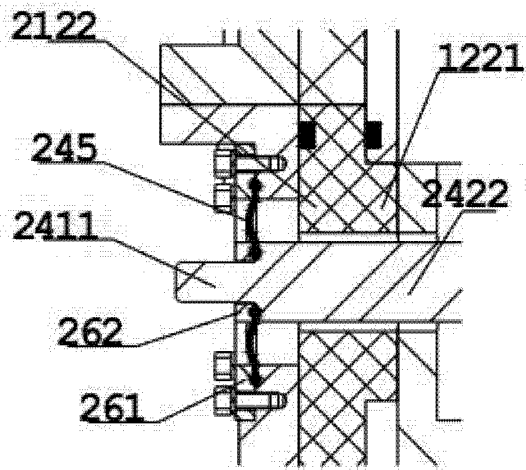


图 6

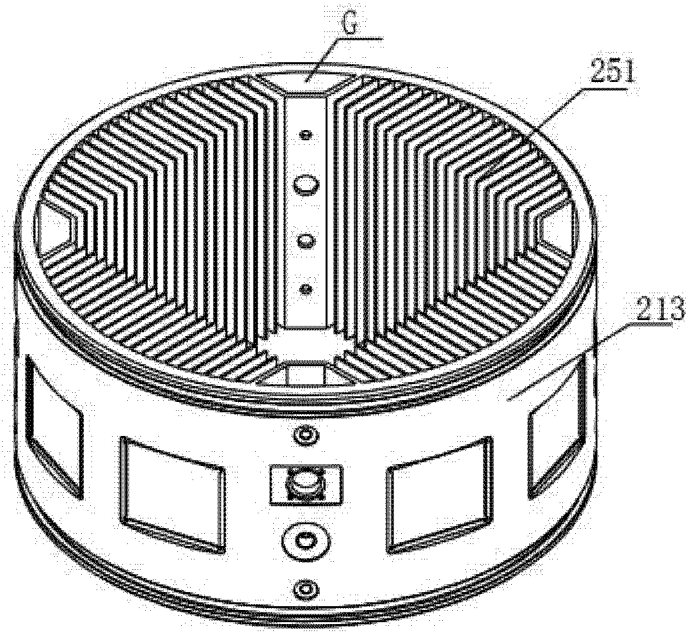


图 7

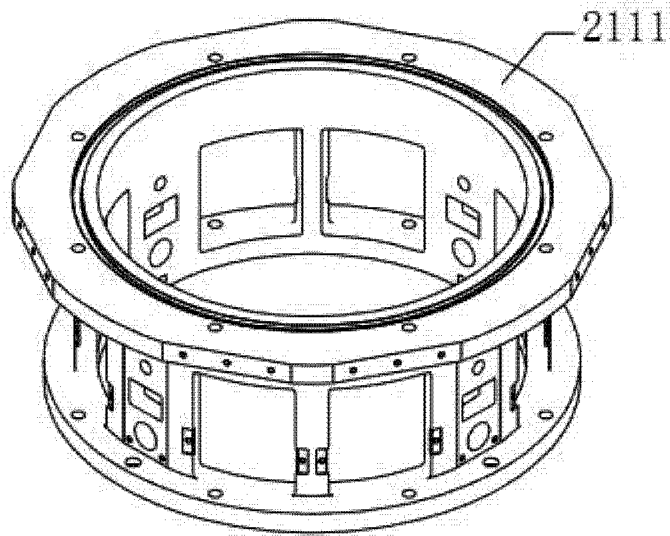


图 8

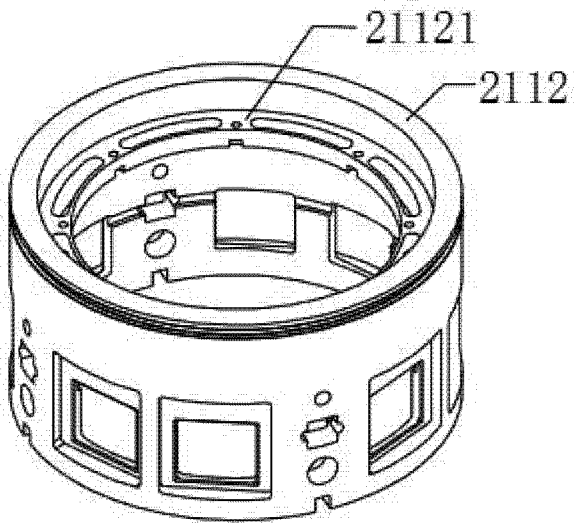


图 9

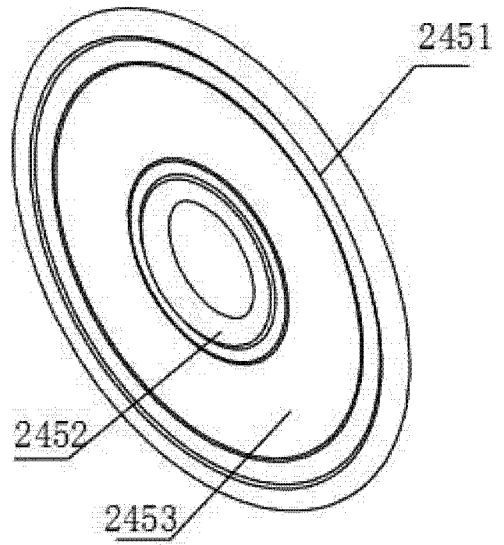


图 10

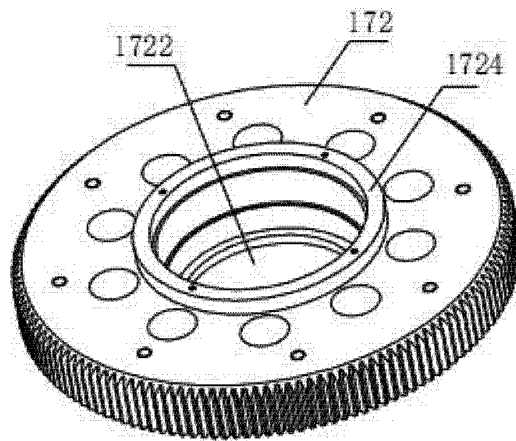


图 11-1

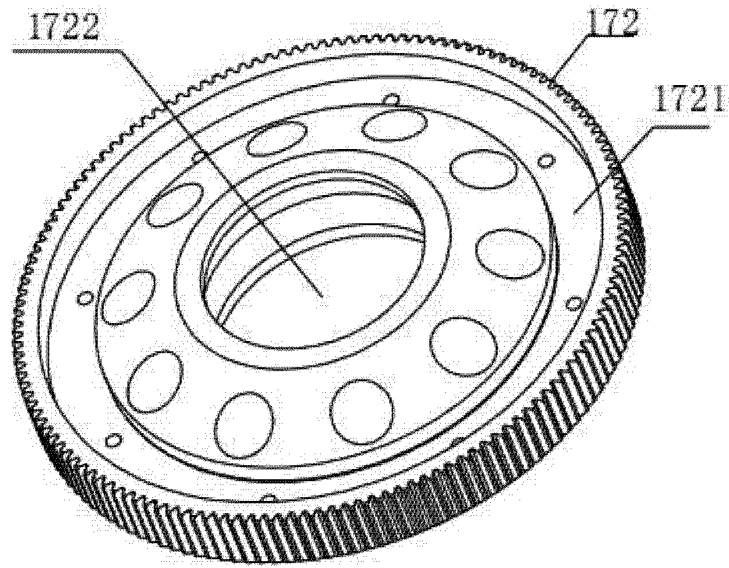


图 11-2

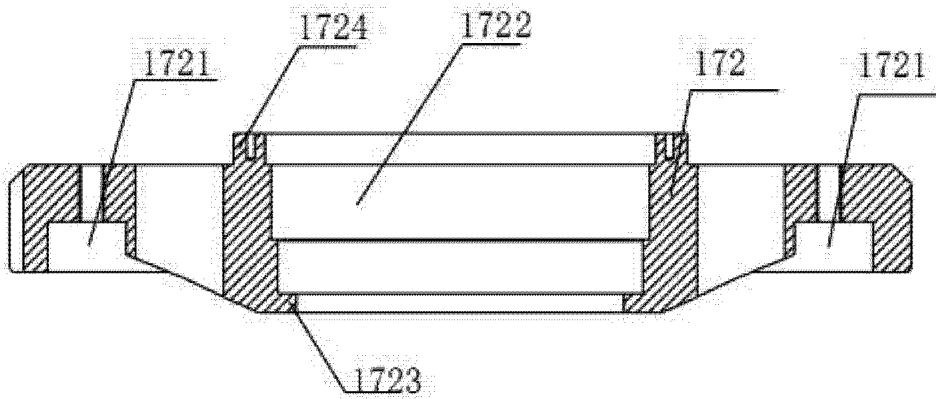


图 11-3

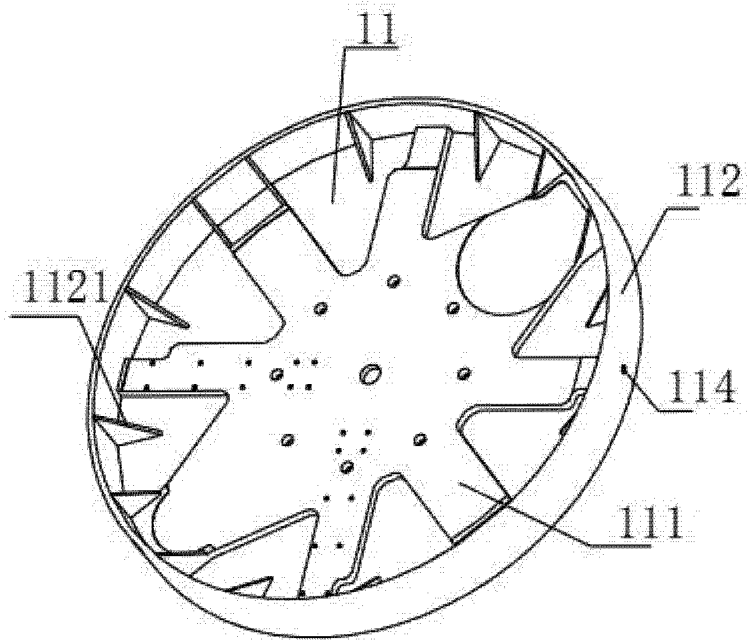


图 12-1

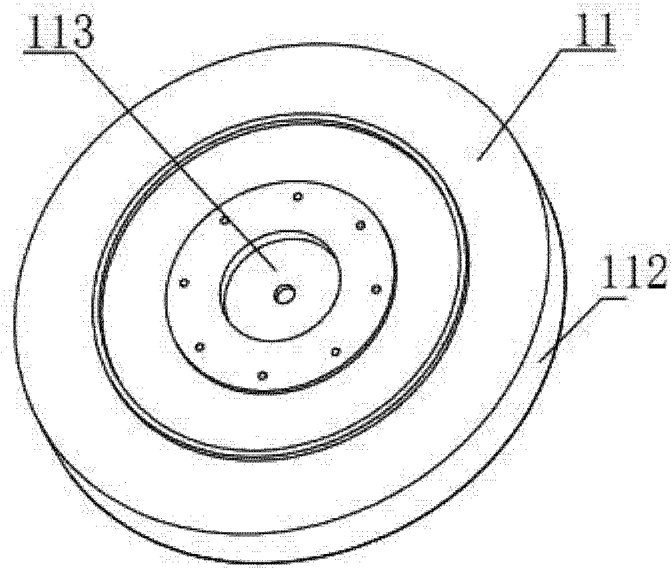


图 12-2

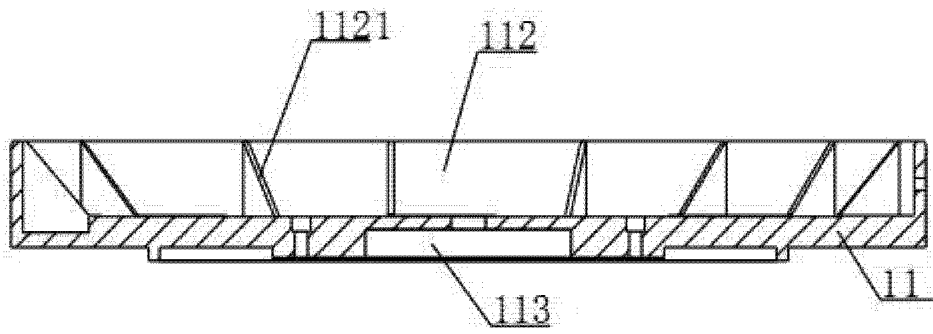


图 12-3

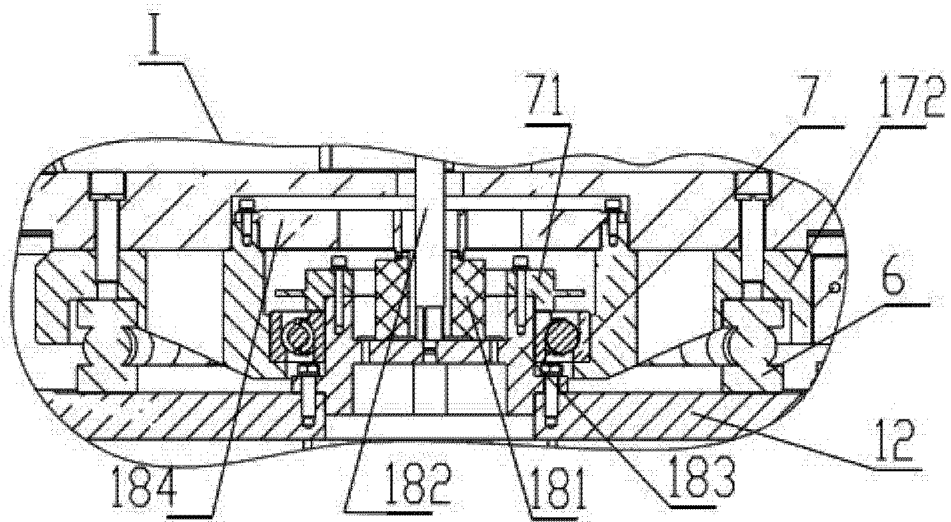


图 13

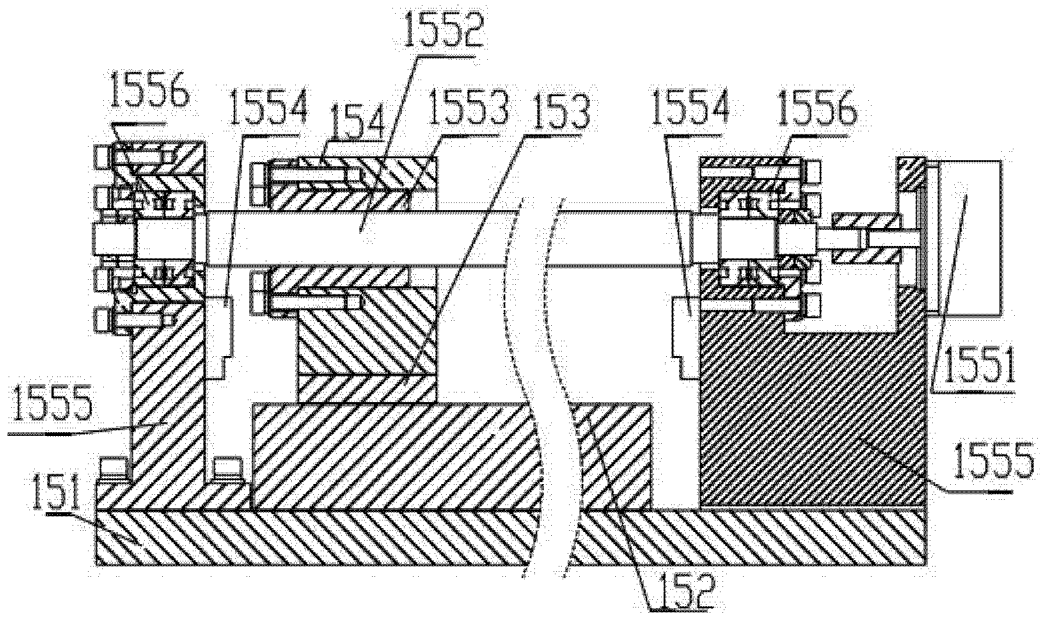


图 14

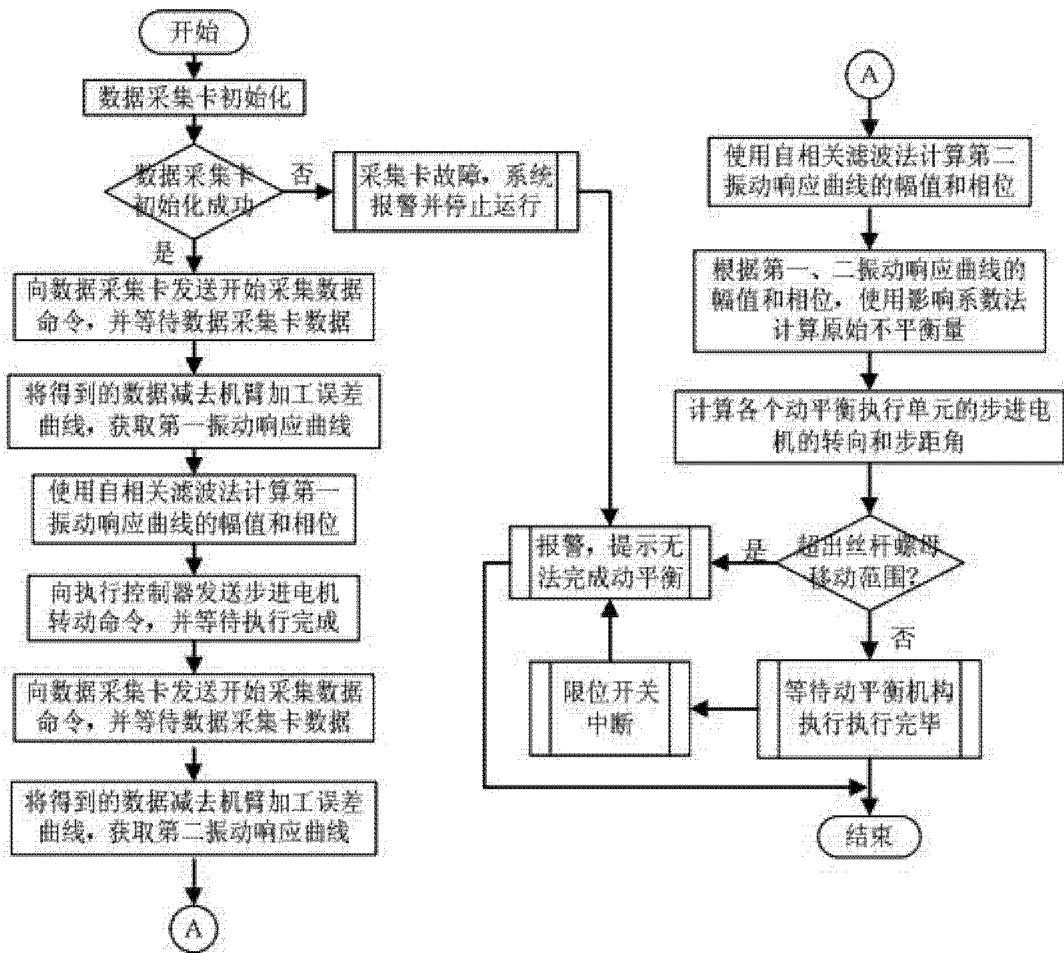


图 15



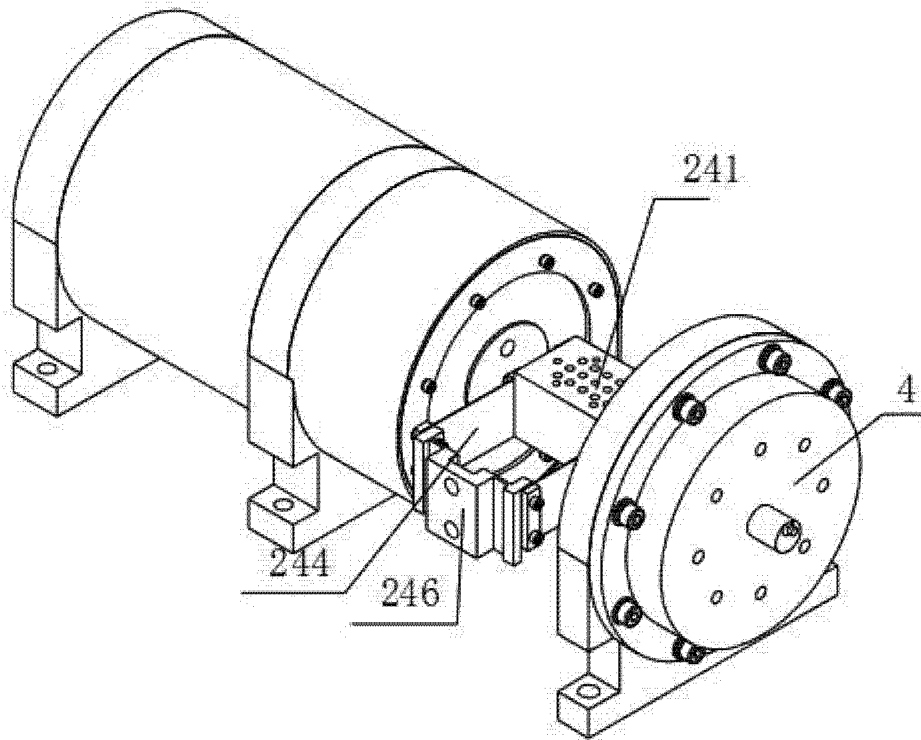


图 16

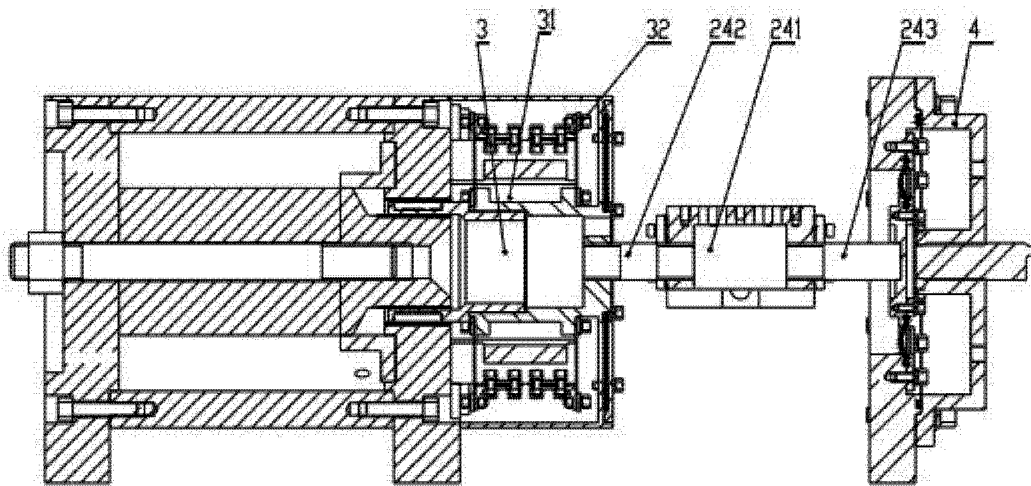


图 17

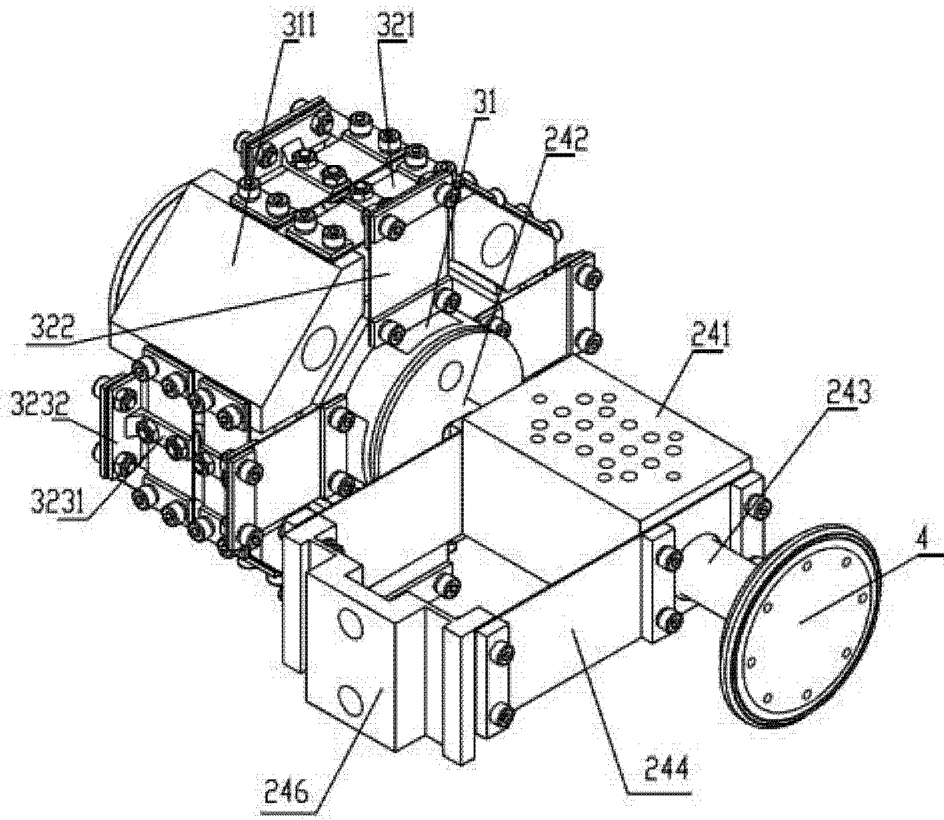


图 18

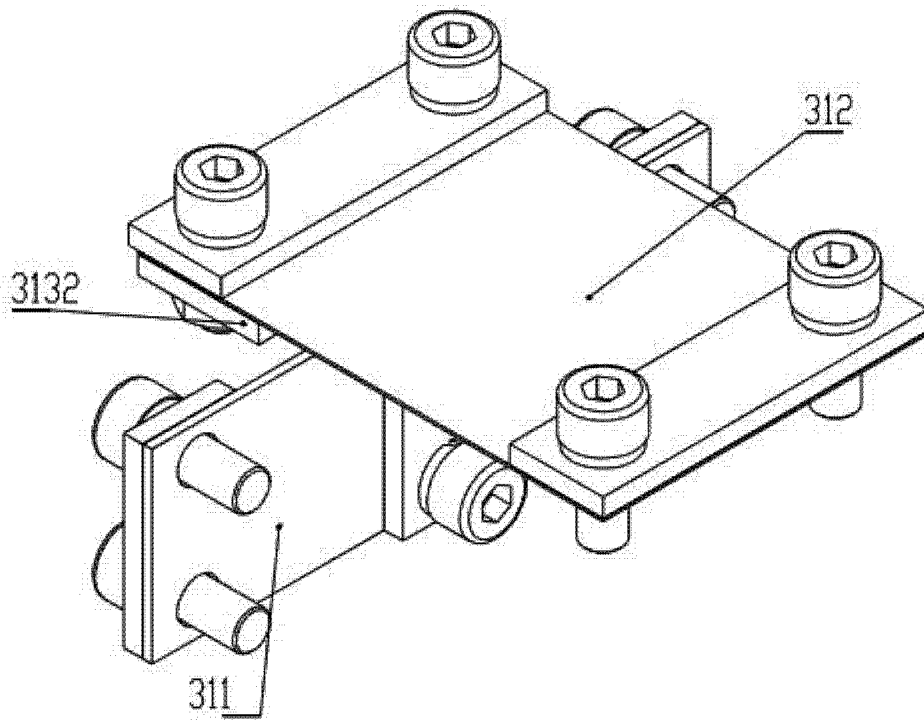


图 19

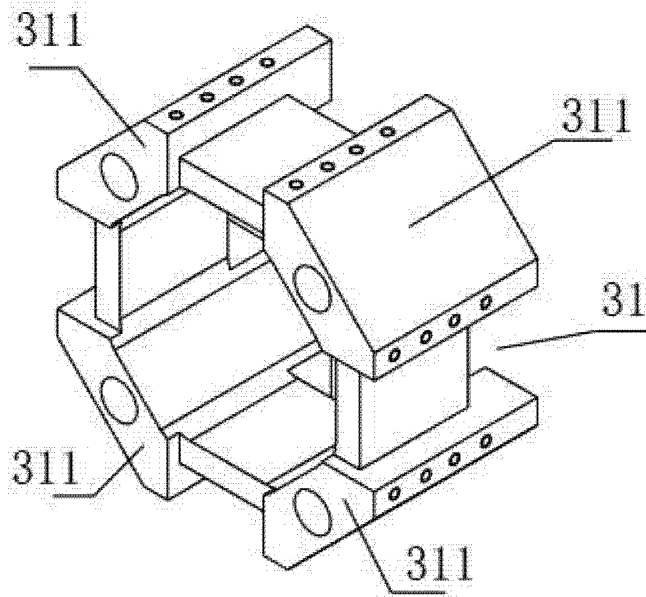


图 20

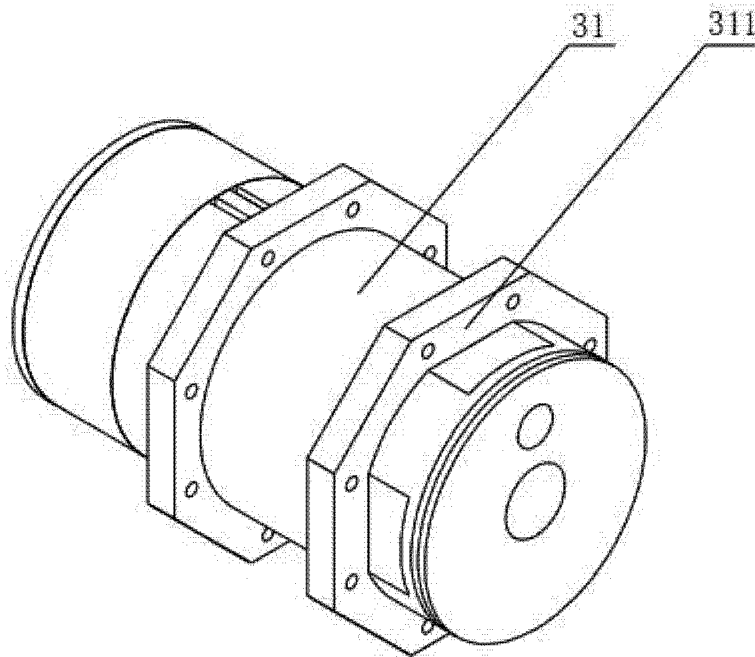


图 21

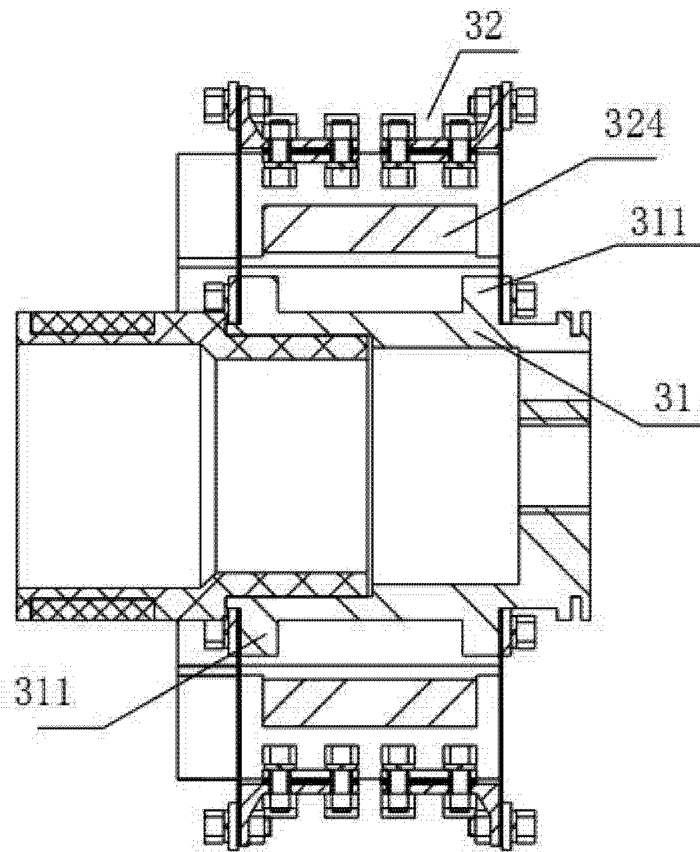


图 22

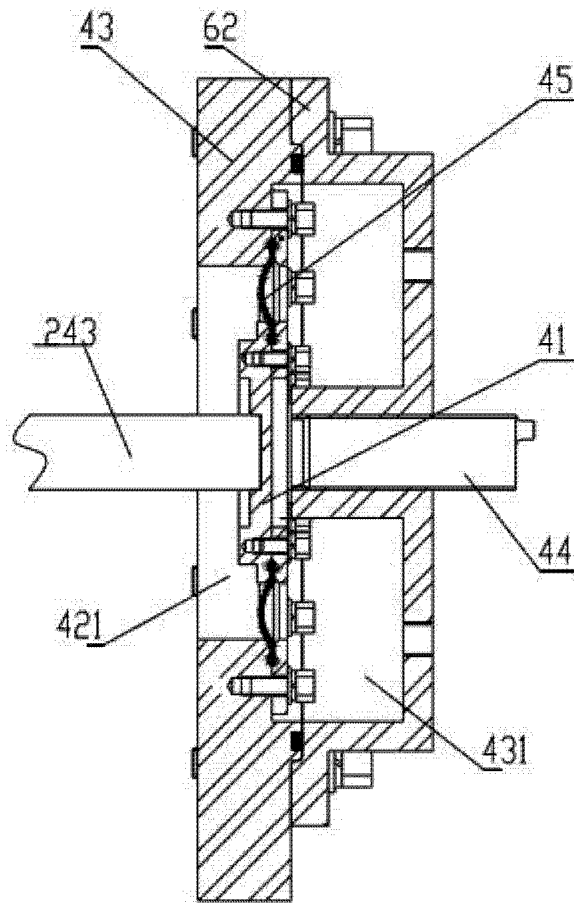


图 23