



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112693640 A

(43) 申请公布日 2021.04.23

(21) 申请号 202011365153.8

(22) 申请日 2020.11.27

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所
地址 550025 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 金宏 李雄耀 唐红 李阳 于雯
莫冰 曾献棣

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100
代理人 李亮 程新敏

(51) Int. Cl.
B64G 7/00 (2006.01)

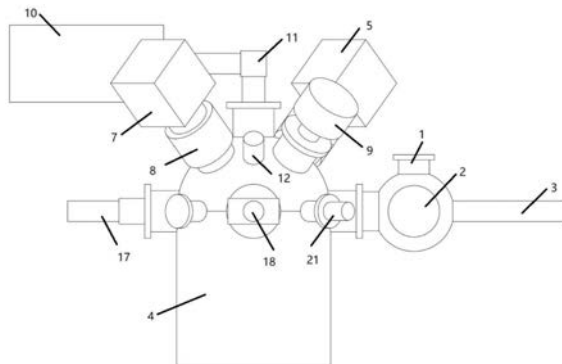
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

无大气星体表面综合环境模拟方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了待定无大气星体表面综合环境模拟方法及装置。本发明采用在真空环境下，采用H离子源与He离子源等单独或共同对样品进行辐照；采用散斑电子枪提供中低能量电子辐照；采用宽紫外波段光源对样品进行紫外辐照；采用脉冲激光器模拟微陨石轰击中的能量部分；并通过调节五轴样品台来确保样品能够多角度接受辐照；最终实现模拟接近实际情况的无大气星体表面综合环境的目的。以解决现有技术不能全面、有效模拟实际无大气星体表面综合环境的问题。本发明容易实施，结构简单，使用效果好。



1. 一种无大气星体表面综合环境模拟方法,其特征在于:通过真空设备对腔体内进行抽真空,使其真空度达到 10^{-8} Pa以上;将试样装入升降样品台中,通过电子制冷及红外加热在100-500K范围内调节样品温度;采用H离子、He离子、X射线、极紫外、可见光或高能脉冲激光中的一种或几种进行单独辐照或共同辐照、轰击,从而达到模拟无大气行星表面环境的目的。

2. 一种用于实现如权利要求1所述的无大气星体表面综合环境模拟装置,其特征在于:包括主腔体(4),主腔体(4)的顶部为半球型结构,在主腔体(4)的半球顶部设有激光光学反射组件;在主腔体(4)的半球上部还设有H离子发射组件、He离子发射组件、紫外光源(9)、X射线源(12)、散斑电子枪(13)、样品光学观测仪(14)、可见光光源(15)、红外加热源(24)及非接触式样品温度检测器(16);在主腔体(4)的中部分别连接有样品准备舱(2);离子/电子束斑检测器(17)、紫外光检测器(18)、X射线检测器(19)、真空计(21)及备用接口(20);主腔体(4)的下部为圆柱体结构,在下部设有五轴升降样品台(22);在样品准备舱(2)上连接有进样口(1)及样品传输杆(3)。

3. 根据权利要求2所述的无大气星体表面综合环境模拟装置其特征在于:所述的激光光学反射组件的组成包括高能脉冲激光光源(10)及激光束斑调节器(11);所述的H离子发射组件的组成包括H离子源(5)及H离子加速聚焦器(6);所述的He离子发射组件的组成包括He离子源(7)及He离子加速聚焦器(8)。

4. 根据权利要求2所述的无大气星体表面综合环境模拟装置其特征在于:在五轴升降样品台(22)上设有样品槽(23),在样品槽(23)上部设有带电控可开合式的微孔盖,在样品槽(23)的底部设有电子低温冷台,电子低温冷台能实现100K-300K温度调节。

无大气星体表面综合环境模拟方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及机械技术领域,尤其是一种无大气星体表面综合环境模拟方法及装置。

背景技术

[0002] 随着我国深空探测活动的逐步展开,空间环境对宇航员、探测卫星、空间站的影响还比较匮乏,需要展开相关研究以弥补现有的不足之处。而空间环境模拟器就是是模拟宇宙空间环境的设备。用于试验航天器耐真空、冷黑、太阳辐射、高能粒子辐射和陨石等的能力。高能粒子严重影响卫星正常工作,它击中卫星控制系统的微电子器件,可形成错误指令,轻者出现异常,严重的会使卫星呈现混乱状态,威胁卫星的安全。对于载人航天来说,高能粒子的辐射损伤一直是航天安全保障所关心的主要问题之一。微陨石轰击对太空探测有着重大威胁。它们相对于地球轨道上的飞行器的速度大约为每秒数公里,抵抗微陨石的撞击是设计航天器和宇航服所面临的重要难题。

[0003] 空间环境模拟器主要分为热真空环境模拟器、空间动力学模拟器、空间组合环境模拟器等。现有的空间组合环境模拟器,模拟的环境包括太阳辐射、紫外线、电子、质子、太阳风、极高真空、冷热交变、等离子体等,但并不能模拟高能粒子辐射和微陨石轰击。而高能粒子与微陨石轰击对于空间环境的重要性已得到认可。因此研发综合性的空间环境模拟装置的需求显得更加迫切。

发明内容

[0004] 本发明的目的是:提供一种无大气星体表面综合环境模拟方法及装置,它不仅能模拟星体表面真空及温度环境,还能模拟星体表面所受到的太阳风辐照、宇宙射线辐照、微陨石轰击等综合环境,获得更为真实的无大气星体表面环境,为星体表面辐照环境过程研究提技术支支撑,并为材料特性研究及工程防护研究提供测试环境。

[0005] 本发明是这样实现的:无大气星体表面综合环境模拟方法,其特征在于:通过真空设备对腔体内进行抽真空,使其真空度达到 10^{-8} Pa 以上;将试样装入升降样品台中,通过电子制冷及红外加热在 100-500K范围内调节样品温度;采用H离子、He离子、X射线、极紫外、可见光或高能脉冲激光中的一种或几种进行单独辐照或共同辐照、轰击,从而达到模拟无大气行星表面环境的目的。

[0006] 无大气星体表面综合环境模拟装置,包括主腔体,主腔体的顶部为半球型结构,在主腔体的半球顶部设有激光光学反射组件;在主腔体的半球上部还设有H离子发射组件、He离子发射组件、紫外光源、X射线源、散斑电子枪、样品光学观测仪、可见光光源及非接触式样品温度检测器;在主腔体的中部分别连接有样品准备舱;离子/电子束斑检测器、紫外光检测器、X射线检测器、真空计及备用接口;主腔体的下部为圆柱体结构,在下部设有五轴升降样品台;在样品准备舱上连接有进样口及样品传输杆。

[0007] 所述的激光光学反射组件的组成包括高能脉冲激光光源及激光束斑调节器;所述

的H离子发射组件的组成包括H离子源及H离子加速聚焦器；所述的He离子发射组件的组成包括He离子源及He离子加速聚焦器。

[0008] 在五轴升降样品台上设有样品槽，在样品槽上部设有带电控可开合式的微孔盖，在样品槽的底部设有电子低温冷台，电子低温冷台能够实现100K-300K温度调节。

[0009] 由于采用了上述技术方案，与现有技术相比，本发明采用在真空环境下，采用H离子源与He离子源等单独或共同对样品进行辐照；采用散斑电子枪提供中低能量电子辐照；采用宽紫外波段光源对样品进行紫外辐照；采用脉冲激光器模拟微陨石轰击中的能量部分；并通过调节五轴样品台来确保样品能够多角度接受辐照；最终实现模拟接近实际情况的无大气星体表面综合环境的目的。以解决现有技术不能全面、有效模拟实际无大气星体表面综合环境的问题。本发明容易实施，结构简单，使用效果好。

附图说明

[0010] 附图1为本发明的结构示意图；

[0011] 附图2为附图1的俯视图；

[0012] 附图3为附图1的剖视图；

[0013] 附图4为附图1的内部结构示意图；

[0014] 附图5为附图1另一个角度的内部结构示意图；

[0015] 附图6为附图1又一个角度的内部结构示意图。

具体实施方式

[0016] 本发明的实施例：无大气星体表面综合环境模拟装置，包括主腔体4，主腔体4的顶部为半球型结构，在主腔体4的半球顶部设有激光光学反射组件；在主腔体4的半球上部还设有H离子发射组件、He离子发射组件、紫外光源9、X射线源12、散斑电子枪13、样品光学观测仪14、可见光光源15及非接触式样品温度检测器16；在主腔体4的中部分别连接有样品准备舱2；离子/电子束斑检测器17、紫外光检测器18、X射线检测器19、真空计21及备用接口20；主腔体4的下部为圆柱体结构，在下部设有五轴升降样品台22；在样品准备舱2上连接有进样口1及样品传输杆3。

[0017] 所述的激光光学反射组件的组成包括高能脉冲激光光源10及激光束斑调节器11；所述的H离子发射组件的组成包括H离子源5及H离子加速聚焦器6；所述的He离子发射组件的组成包括He离子源7及He离子加速聚焦器8。

[0018] 在五轴升降样品台22上设有样品槽23，在样品槽23上部设有带电控可开合式的微孔盖，在样品槽23的底部设有电子低温冷台，电子低温冷台能够实现100K-300K温度调节。

[0019] 具体操作步骤如下：

[0020] 1、装入试样

[0021] 将试样装入样品准备舱2内的样品推送杆3上，若有电路连接，则先通过主腔体4上的备用接口20连接外部电路。

[0022] 2、各辐照源校准：

[0023] (1) 关闭样品准备舱2的进样口1，开启外部真空设备，抽真空至 10^{-8} Pa。

[0024] (2) 插入X射线检测器19，开启X射线源12，检测并调节X射线位置至检测区域的中

心,校准X射线输出强度与束斑面积,关闭X射线源12,退出X射线检测器19;

[0025] (3) 插入离子/电子束检测器17,开启H离子源5,检测并调节其在预设检测区域位置的分布情况及束流强度及束斑面积,之后关闭 H离子源5;同样的方法校准He离子源7与电子束流,最后退出离子/电子束检测器17。

[0026] (4) 插入光强检测器18,开启紫外光源9,检测并调节紫外辐照位置至检测区域的中心,校准紫外辐照输出强度与光斑面积,关闭紫外源9;

[0027] (5) 开启可见光源15,检测并调节可见光辐照位置至检测区域的中心,校准可见光辐照输出强度与光斑面积,关闭可见光源,退出光强检测器19;

[0028] (6) 将激光样品靶通过二位水平位移台推入检测区域中心位置。打开高能脉冲激光光源10及样品光学观测器14,调节激光束斑调节器11,调节光束位置使其中心与预设的模拟环境中心重合,通过光学观测器检测脉冲激光的光斑面积与光斑脉冲能量强度,关闭高能脉冲激光器10,拉出激光样品靶;

[0029] 3、推入试样

[0030] 将待测试样由样品准备舱2内的样品推送杆3推入主腔体内的五轴升降样品台22,并升至预设检测区域的中心位置。

[0031] 4、样品控温

[0032] 开启环境模拟舱内红外加热源(24),以红外辐照的形式对样品加热,依靠非接触式样品温度检测器16实时测量试样温度并采用PID 调节器控制红外加热源的输出信号及功率,以维持试样温度稳定在设定值。

[0033] 5、模拟辐照环境

[0034] 根据所需模拟的无大气行星的具体辐照环境因素,开启所需的各辐照源(H离子源5、He离子源7、紫外光源9、X射线源12、电子枪13、可见光光源15),调节其输出功率至设定值,调节离子加速聚焦器内加速电压和聚焦电压来调节离子源的输出能量范围和辐照范围,调节紫外光源内部光栅控制紫外光辐照强度,调节电子枪发射能量及束斑电压来调节电子束流强度及面积,调节可见光光源内光栅控制可见光强度,实现对测试样品的整体辐射环境的模拟。按照设定时间对试样进行顺序辐照或协同辐照。

[0035] 6、微陨石轰击模拟

[0036] 开启高能脉冲激光光源10,通过调节激光束斑调节器11内部的透镜与反射镜组来调节激光轰击位置。配合样品台位置移动实现自动轰击程序模拟微陨石轰击。

[0037] 7、样品台调节

[0038] 通过五轴样品升降台22在水平及垂直方向的移动、水平面旋转、Z轴倾斜来控制样品在模拟环境中的位置,模拟不同角度辐照和轰击。另外也可以使用五轴样品升降台22上的样品槽23来调节样品温度,模拟样品未受到太阳辐照时所处的高温环境。

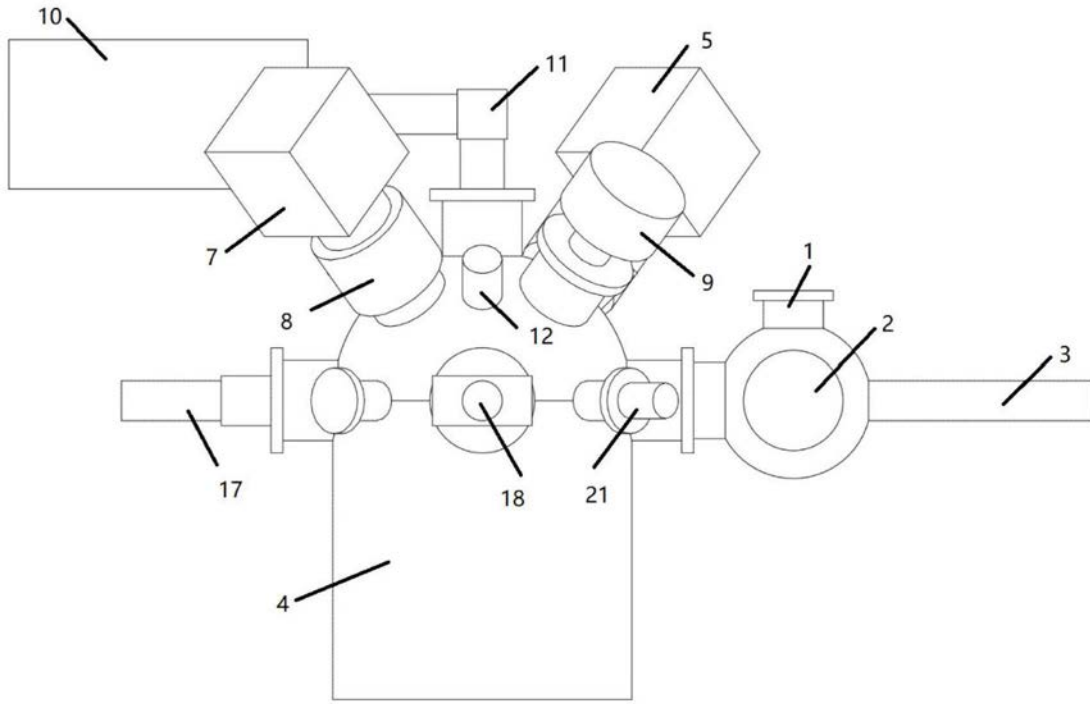


图1

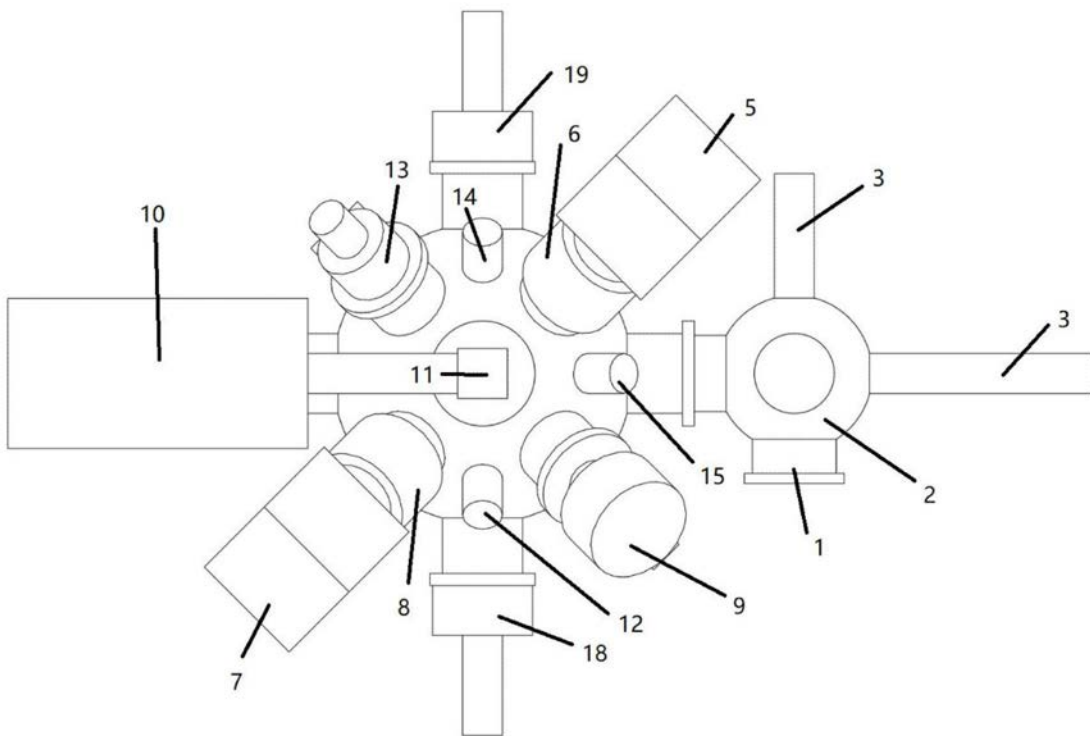


图2

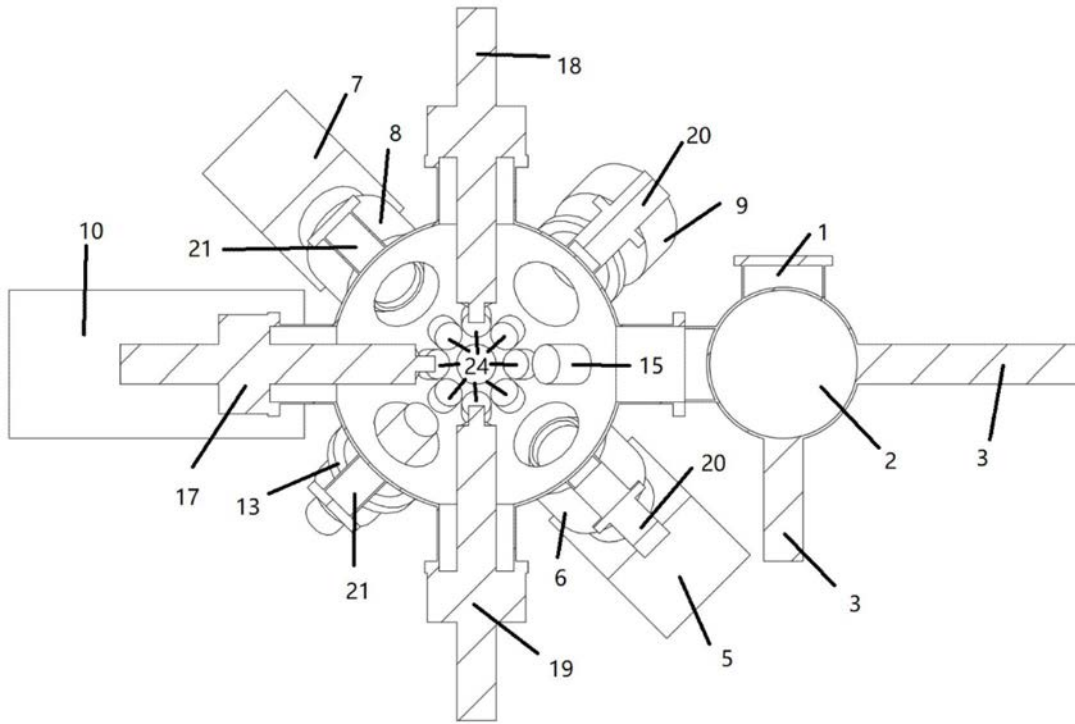


图3

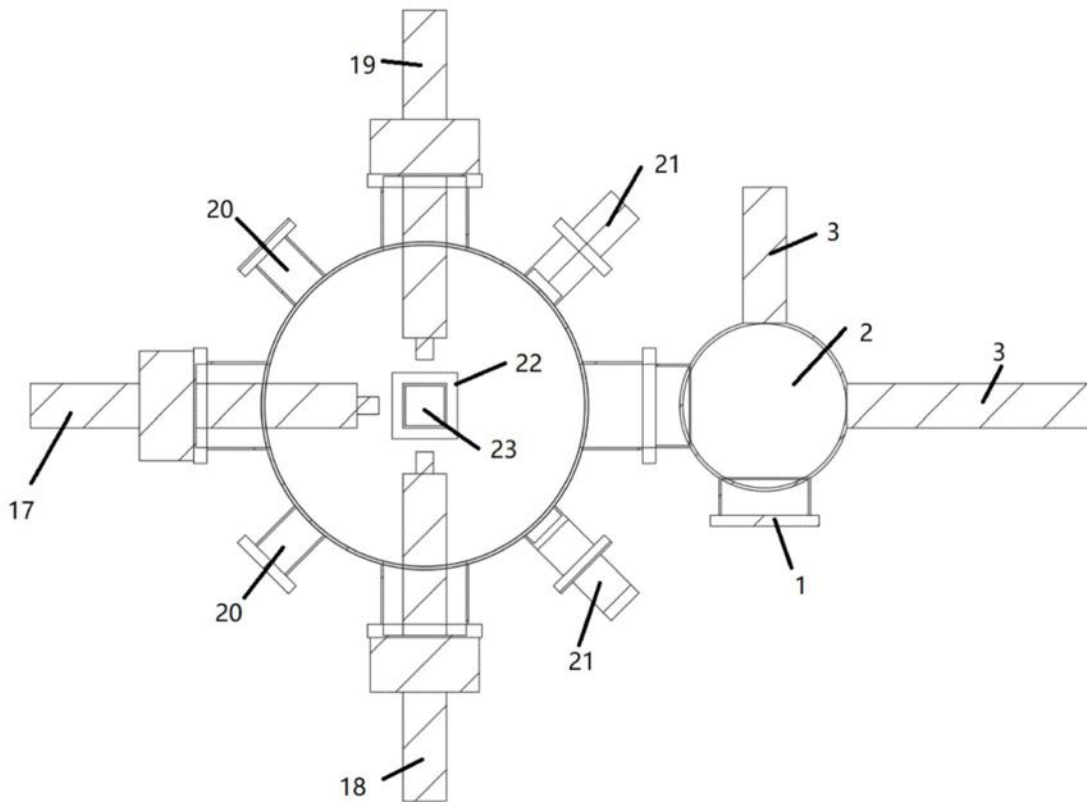


图4

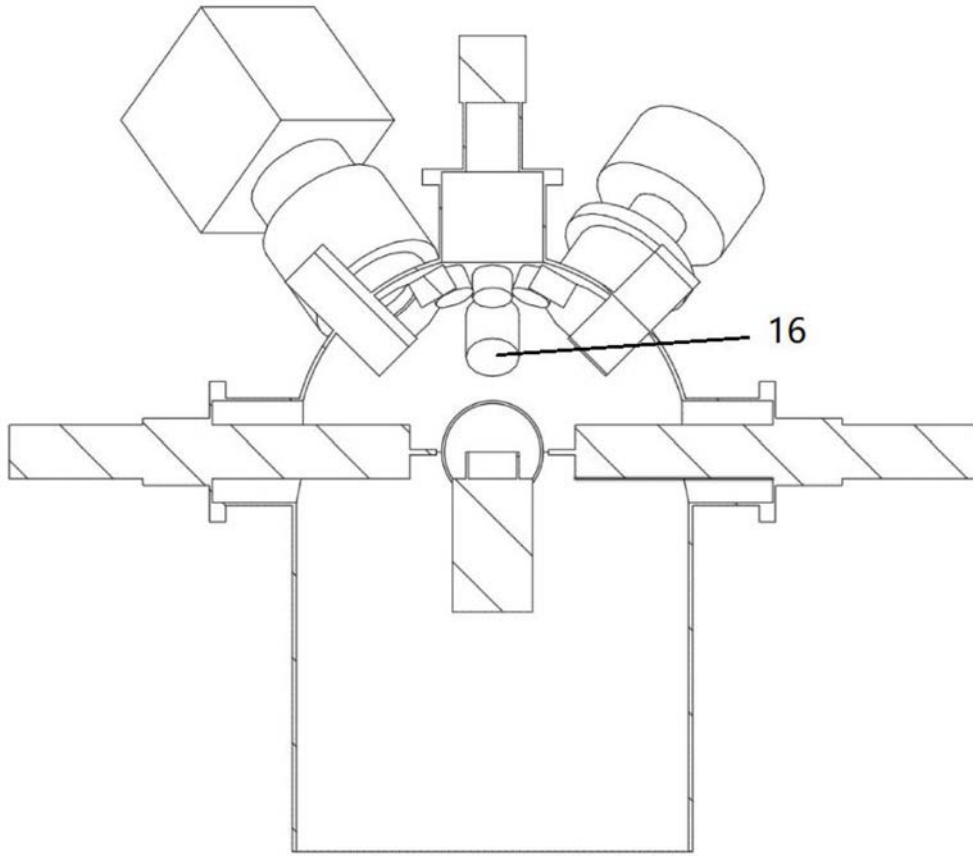


图5

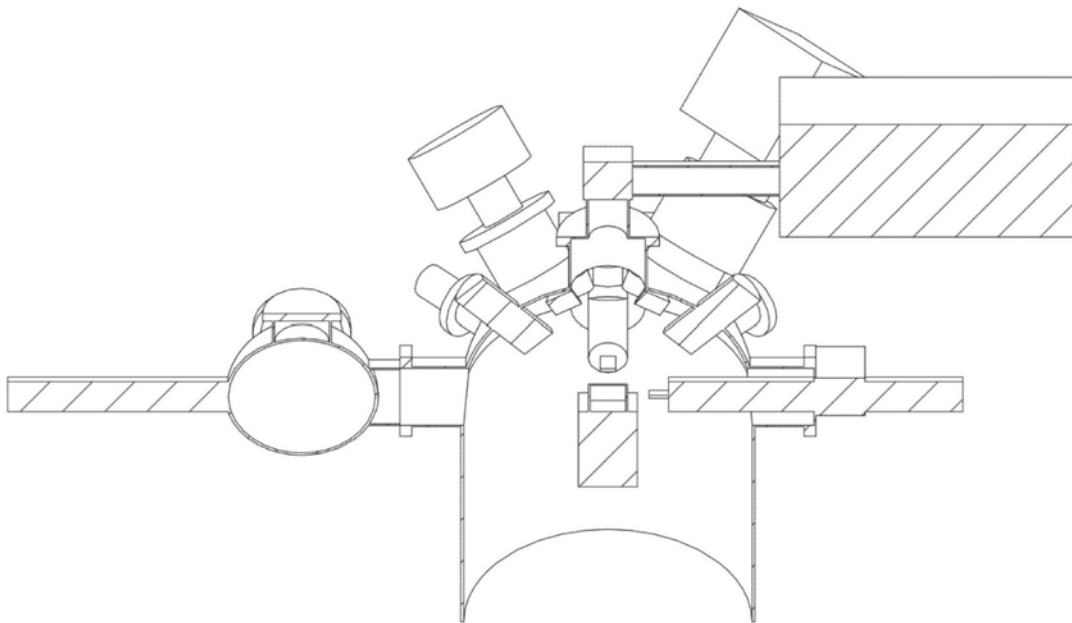


图6