



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212646487 U

(45) 授权公告日 2021.03.02

(21) 申请号 202021267320.0

(22) 申请日 2020.07.01

(73) 专利权人 余克强

地址 712100 陕西省咸阳市杨凌示范区西  
农路22号

(72) 发明人 余克强 陆祥宇

(74) 专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
11465

代理人 姜海荣 肖莎

(51) Int.Cl.

G01N 21/71 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

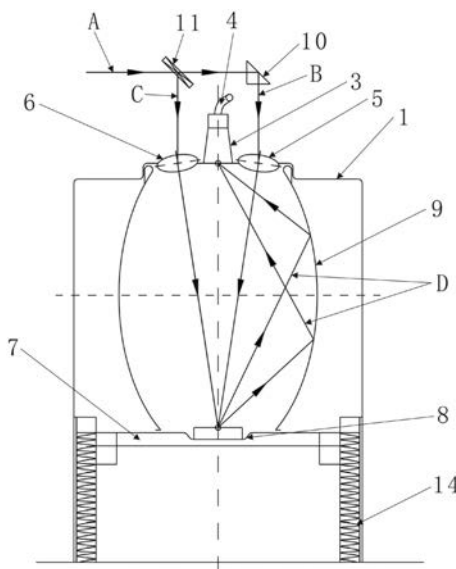
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,该装置与设于外部的激光器配合使用,包括:支撑架,支撑架的顶端设置有一圆形凸台;圆形凸台上安装有光锥、光纤、第一聚焦透镜、第二聚焦透镜;升降平台,升降平台位于支撑架内部空间的下方且其上表面开设有一样本槽;椭球集光罩,椭球集光罩位于支撑架内部升降平台的上方;直角棱镜,直角棱镜位于第一聚焦透镜的上方;分光镜,分光镜位于第二聚焦透镜的上方;直角棱镜、分光镜以及激光器均固定于支撑架上方的一水平载物台上。本实用新型增加了送入光纤中的光信号强度,提高了采集光谱的信噪比;能够减少外界不可控因素对实验的干扰;还可方便对椭球集光罩内壁进行清洁。



1. 一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,该装置与设于外部的激光器配合使用,其特征在于,包括:

支撑架(1),支撑架(1)整体设于装置的外围且其中一个侧面开口,支撑架(1)的顶端中间位置设置有一圆形凸台(2);圆形凸台(2)的正中间固定有与支撑架(1)内部空间相通的光锥(3),光锥(3)顶部连接有光纤(4),圆形凸台(2)上在光锥(3)的两侧对称位置各开设有一安装孔,两个安装孔上分别固定有第一聚焦透镜(5)和第二聚焦透镜(6);第一聚焦透镜(5)和第二聚焦透镜(6)均与水平面成大小相同的锐角倾角且两个锐角倾角的位置正相对;

升降平台(7),升降平台(7)位于支撑架(1)内部空间的下方且能够实现竖直方向的上下运动;升降平台(7)的上表面中间位置处开设有一样本槽(8),样本槽(8)为一圆形凹槽;

椭球集光罩(9),椭球集光罩(9)的顶部和底部均开口,顶部开口与支撑架(1)内部空间的顶端能够可拆卸固定且顶部开口围设于圆形凸台(2)的下方四周,底部开口能够与升降平台(7)的上表面相抵且底部开口围设于样本槽(8)的上方四周;椭球集光罩(9)的上焦点与光锥(3)的锥口中心重合,下焦点与样本槽(8)上样本的上平面重合;

直角棱镜(10),直角棱镜(10)位于第一聚焦透镜(5)的上方;

分光镜(11),分光镜(11)位于第二聚焦透镜(6)的上方;

直角棱镜(10)、分光镜(11)以及激光器均固定于支撑架(1)上方的一水平载物台上;激光器位于分光镜(11)远离直角棱镜(10)的一侧,分光镜(11)向靠近激光器的方向倾斜且与水平面成 $45^\circ$ 放置;激光器发射出的激光经分光镜(11)分为透射光线和反射光线;透射光线经直角棱镜(10)反射后垂直射入第一聚焦透镜(5),经第一聚焦透镜(5)改变入射角度后聚焦于样本槽(8)上样本的表面中心;反射光线垂直射入第二聚焦透镜(6),经第二聚焦透镜(6)改变入射角度后同样聚焦于样本槽(8)上样本的表面中心。

2. 根据权利要求1所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,分光镜(11)为0.5/0.5的均分分光镜,直角棱镜(10)为 $45^\circ$ 直角反射棱镜。

3. 根据权利要求1所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,椭球集光罩(9)为轴对称结构,其中心轴的截面为椭圆形,满足椭圆的焦距为样本上表面至光锥(3)锥口的距离,椭圆的短轴长根据升降平台(7)的大小调节确定。

4. 根据权利要求1或3所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,两个聚焦透镜的焦距均为: $(a^2+b^2)^{0.5}$ ,其中,a为椭球集光罩(9)的焦距,b为任意一聚焦透镜到椭球集光罩(9)中轴线的距离。

5. 根据权利要求4所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,两个聚焦透镜与水平平面的锐角倾角正切值均为:a/b。

6. 根据权利要求1所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,椭球集光罩(9)的顶部外圈设有外螺纹(12),该外螺纹(12)与支撑架(1)顶部凸台下方的内螺纹配合。

7. 根据权利要求1所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,椭球集光罩(9)的内壁为洁净的反光镀层(13)。

8. 根据权利要求1所述的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其特征在于,支撑架(1)内部空间的两侧各竖直设有一丝杆(14),升降平台(7)的两端设置有与丝杆(14)相配合的螺母,丝杆(14)由丝杆电机驱动转动。

## 一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及激光光谱技术领域,更具体的说,涉及一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置。

### 背景技术

[0002] 激光诱导击穿光谱(LIBS)技术是一种新兴的物质元素分析方法,其是基于原子发射光谱学,用高能激光烧蚀目标样本,样本中不同的原子、分子吸收能量,受激发产生等离子体,等离子体向外辐射能量并冷却,激发态离子和原子向低能级跃迁,发散出一定频率的光辐射,即特征谱线辐射,然后用光谱仪接收光辐射,根据光谱信号各波段的强度和峰值位置即可分析出目标样本所含元素成分及浓度信息。

[0003] 相比于传统元素分析方法,LIBS技术有操作简单、无需预处理、多元素同时分析等优点。但是其仍存在着定量分析精度低、稳定性差以及检出限高等问题。而光谱信号的增强可以提高光谱信号的信噪比、降低目标元素的检出限、提高检测灵敏性。因此,各种LIBS信号增强方法被开发出,常用的有双脉冲激发、等离子体空间约束、激光诱导荧光联用等方法。只是上述方法虽然都能够实现信号的增强,但是却增加了实验装置的复杂性,增大了装置的搭建成本。

[0004] 考虑到上述问题,本实用新型基于等离子体光辐射的发射与传输反射,设计了一种高效且易于搭建的集光增强装置。

### 实用新型内容

[0005] 为此,本实用新型的目的在于提出一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,其具体技术方案如下:

[0006] 一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,该装置与设于外部的激光器配合使用,包括:

[0007] 支撑架,支撑架整体设于装置的外围且其中一个侧面开口,支撑架的顶端中间位置设置有一圆形凸台;圆形凸台的正中间固定有与支撑架内部空间相通的光锥,光锥顶部连接有光纤,圆形凸台上在光锥的两侧对称位置各开设有一安装孔,两个安装孔上分别固定有第一聚焦透镜和第二聚焦透镜;第一聚焦透镜和第二聚焦透镜均与水平面成大小相同的锐角倾角且两个锐角倾角的位置正相对;

[0008] 升降平台,升降平台位于支撑架内部空间的下方且能够实现竖直方向的上下运动;升降平台的上表面中间位置处开设有一样本槽,样本槽为一圆形凹槽;

[0009] 椭球集光罩,椭球集光罩的顶部和底部均开口,顶部开口与支撑架内部空间的顶端能够可拆卸固定且顶部开口围设于圆形凸台的下方四周,底部开口能够与升降平台的上表面相抵且底部开口围设于样本槽的上方四周;椭球集光罩的上焦点与光锥的锥口中心重合,下焦点与样本槽上样本的上平面重合;

[0010] 直角棱镜,直角棱镜位于第一聚焦透镜的上方;

[0011] 分光镜,分光镜位于第二聚焦透镜的上方;

[0012] 直角棱镜、分光镜以及激光器均固定于支撑架上方的一水平载物台上;激光器位于分光镜远离直角棱镜的一侧,分光镜向靠近激光器的方向倾斜且与水平面成 $45^{\circ}$ 放置;激光器发射出的激光经分光镜分为透射光线和反射光线;透射光线经直角棱镜反射后垂直射入第一聚焦透镜,经第一聚焦透镜改变入射角度后聚焦于样本槽上样本的表面中心;反射光线垂直射入第二聚焦透镜,经第二聚焦透镜改变入射角度后同样聚焦于样本槽上样本的表面中心。

[0013] 本实用新型的设计原理是通过等离子体辐射光线进行空间约束来增强激光诱导击穿光谱信号,其具有如下优点:

[0014] (1)、激光器发射出的激光经直角棱镜、分光镜以及第一聚焦透镜、第二聚焦透镜聚焦于样本槽上样本的表面中心,烧蚀目标样本,样本产生等离子体,而椭球集光罩能够汇聚位于下焦点位置的等离子体辐射光线到位于上焦点处的光锥中,从方位上增加了送入光纤中的光信号强度,提高了采集光谱的信噪比。

[0015] (2)、采用支撑架这种罩式半密闭结构,能够减少外界空气流动、外界光线等不可控因素对实验的干扰。

[0016] (3)、椭球集光罩顶端与支撑架可拆卸固定连接,同时升降平台可升降,便于对椭球集光罩内壁的等离子体沉积物进行清洁。

[0017] 在上述技术方案的基础上,本实用新型还可做出如下改进:

[0018] 优选的,分光镜为 $0.5/0.5$ 的均分分光镜,直角棱镜为 $45^{\circ}$ 直角反射棱镜。

[0019] 优选的,椭球集光罩为轴对称结构,其中心轴的截面为椭圆形,满足椭圆的焦距为样本上表面至光锥锥口的距离,椭圆的短轴长根据升降平台的大小调节确定。

[0020] 优选的,两个聚焦透镜的焦距均为: $(a^2+b^2)^{0.5}$ ,其中,a为椭球集光罩的焦距,b为任一聚焦透镜到椭球集光罩中轴线的距离。

[0021] 优选的,两个聚焦透镜与水平平面的锐角倾角正切值均为: $a/b$ 。

[0022] 优选的,椭球集光罩的顶部外圈设有外螺纹,该外螺纹与支撑架顶部凸台下方的内螺纹配合,形成椭球集光罩与支撑架的可拆卸固定连接。

[0023] 优选的,椭球集光罩的内壁为洁净的反光镀层。椭球集光罩使用多次后应拆下,对内壁的等离子体沉积物进行清洁。

[0024] 优选的,支撑架内部空间的两侧各竖直设有一丝杆,升降平台的两端设置有与丝杆相配合的螺母,丝杆由丝杆电机驱动转动。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0026] 图1附图为本实用新型装置的结构及工作示意图。

[0027] 图2附图为本实用新型装置中椭球集光罩的结构示意图。

[0028] 图3附图为本实用新型装置中支撑架及升降平台的结构示意图。

[0029] 其中,图中,

[0030] 1-支撑架,2-圆形凸台,3-光锥,4-光纤,5-第一聚焦透镜,6-第二聚焦透镜,7-升降平台,8-样本槽,9-椭球集光罩,10-直角棱镜,11-分光镜,12-外螺纹,13-反光镀层,14-丝杆。

### 具体实施方式

[0031] 下面详细描述本实用新型的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本实用新型,而不能理解为对本实用新型的限制。

[0032] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0033] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本实用新型的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0034] 在本实用新型中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0035] 在本实用新型中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0036] 实施例:

[0037] 下面根据图1-3详细描述本实用新型实施例的一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置。

[0038] 如图1所示,本实用新型实施例公开了一种激光诱导击穿光谱信号集光增强装置,是汇集激光诱导击穿等离子体辐射光线。该装置与设于外部的激光器(图中未示出)配合使用,包括:支撑架1、光锥3、光纤4、第一聚焦透镜5、第二聚焦透镜6、升降平台7、样本槽8、椭球集光罩9、直角棱镜10、分光镜11。

[0039] 具体的,

[0040] 如图1、图3所示,支撑架1整体设于装置的外围且其中一个侧面开口,支撑架1的顶端中间位置设置有一圆形凸台2;圆形凸台2的正中间固定有与支撑架1内部空间相通的光

锥3,光锥3顶部连接有光纤4,圆形凸台2上在光锥3的两侧对称位置各开设有一安装孔,两个安装孔上分别固定有第一聚焦透镜5和第二聚焦透镜6;第一聚焦透镜5和第二聚焦透镜6均与水平面成大小相同的锐角倾角且两个锐角倾角的位置正相对。

[0041] 升降平台7位于支撑架1内部空间的下方且能够实现竖直方向的上下运动;升降平台7的上表面中间位置处开设有一样本槽8,样本槽8为一圆形凹槽。

[0042] 如图1、图2所示,椭球集光罩9的顶部和底部均开口,顶部开口与支撑架1内部空间的顶端能够可拆卸固定且顶部开口围设于圆形凸台2的下方四周,底部开口能够与升降平台7的上表面相抵且底部开口围设于样本槽8的上方四周;椭球集光罩9的上焦点与光锥3的锥口中心重合,下焦点与样本槽8上样本的上平面重合。

[0043] 如图1所示,直角棱镜10位于第一聚焦透镜5的上方;分光镜11位于第二聚焦透镜6的上方。直角棱镜10、分光镜11以及激光器均固定于支撑架1上方的一水平载物台上(图中未示出);激光器位于分光镜11远离直角棱镜10的一侧,分光镜11向靠近激光器的方向倾斜且与水平面成 $45^\circ$ 放置;激光器发射出的激光经分光镜11分为透射光线和反射光线;透射光线经直角棱镜10反射后垂直射入第一聚焦透镜5,经第一聚焦透镜5改变入射角度后聚焦于样本槽8上样本的表面中心;反射光线垂直射入第二聚焦透镜6,经第二聚焦透镜6改变入射角度后同样聚焦于样本槽8上样本的表面中心。

[0044] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,分光镜11为0.5/0.5的均分分光镜,直角棱镜10为 $45^\circ$ 直角反射棱镜。

[0045] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,椭球集光罩9为轴对称结构,其中心轴的截面为椭圆形,满足椭圆的焦距为样本上表面至光锥3锥口的距离,椭圆的短轴长根据升降平台7的大小调节确定。

[0046] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,两个聚焦透镜的焦距均为: $(a^2+b^2)^{0.5}$ ,其中,a为椭球集光罩9的焦距,b为任意一聚焦透镜到椭球集光罩9中轴线的距离。

[0047] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,两个聚焦透镜与水平平面的锐角倾角正切值均为:a/b。

[0048] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,如图1、图2所示,椭球集光罩9的顶部外圈设有外螺纹12,该外螺纹12与支撑架1顶部凸台下方的内螺纹配合,形成椭球集光罩9与支撑架1的可拆卸固定连接。

[0049] 椭球集光罩9与支撑架1的可拆卸固定连接不仅限于上述中提到的螺纹连接形式,其他形式的可拆卸连接如卡接等也在本实用新型的保护范围之内。

[0050] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,椭球集光罩9的内壁为洁净的反光镀层13,椭球集光罩9使用多次后应拆下,对内壁的等离子体沉积物进行清洁。

[0051] 为了进一步优化上述实施例中的技术方案,支撑架1内部空间的两侧各竖直设有一丝杆14,升降平台7的两端设置有与丝杆14相配合的螺母,丝杆14由丝杆电机驱动转动,以带动升降平台7实现自动升降。

[0052] 本实用新型的具体工作过程为:

[0053] 如图1所示,使用前,应当下降升降平台7并取出椭球集光罩9对其内部进行洁净清洗;重新安装椭球集光罩9后,放置样本于样本槽8上,并升起升降平台7到预定位置,即可开始实验;

[0054] 激光器发射出入射激光(图1中的A所指光线)经过分光镜11分为强度相同的透射光线(图1中的B所指光线)和反射光线(图1中的C所指光线),反射光线垂直射入有一定偏角的第二聚焦透镜6,第二聚焦透镜6改变光线角度并聚焦于样本槽8上样本的表面中心,透射光线经直角棱镜10反射后经第一聚焦透镜5偏转聚焦于同一点;聚焦点受到激光能量,样本被烧蚀产生等离子体,随着等离子体降温,原子、电子跃迁,辐射出的特征谱线向四面八方发射;此时少量谱线直接射入光锥3的锥口,大部分谱线(图1中的D所指光线)经过椭球集光罩9反射射入锥口;光锥3将锥口的谱线缩聚送入光纤4,传至光谱仪。

[0055] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本实用新型。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本实用新型的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本实用新型将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

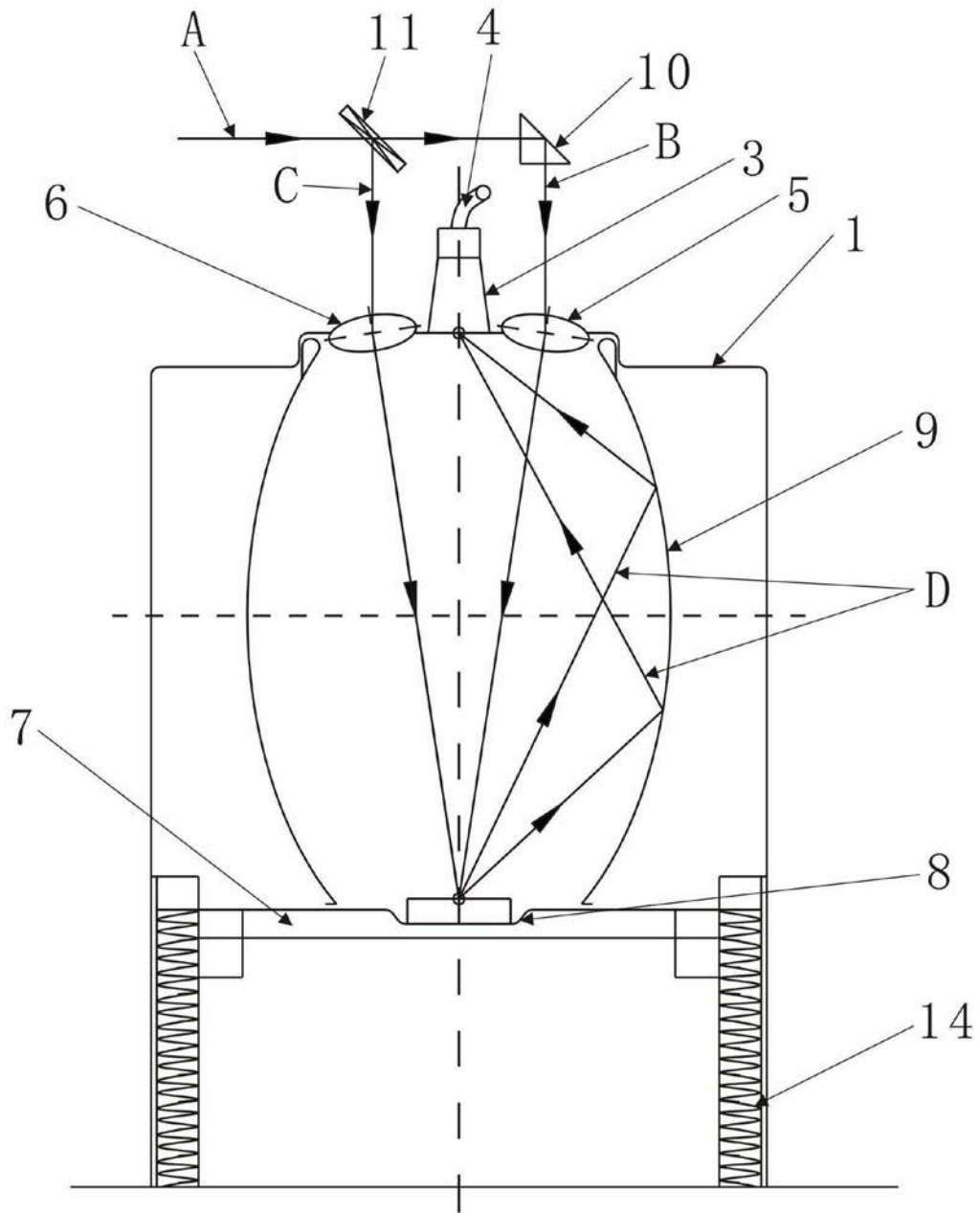


图1



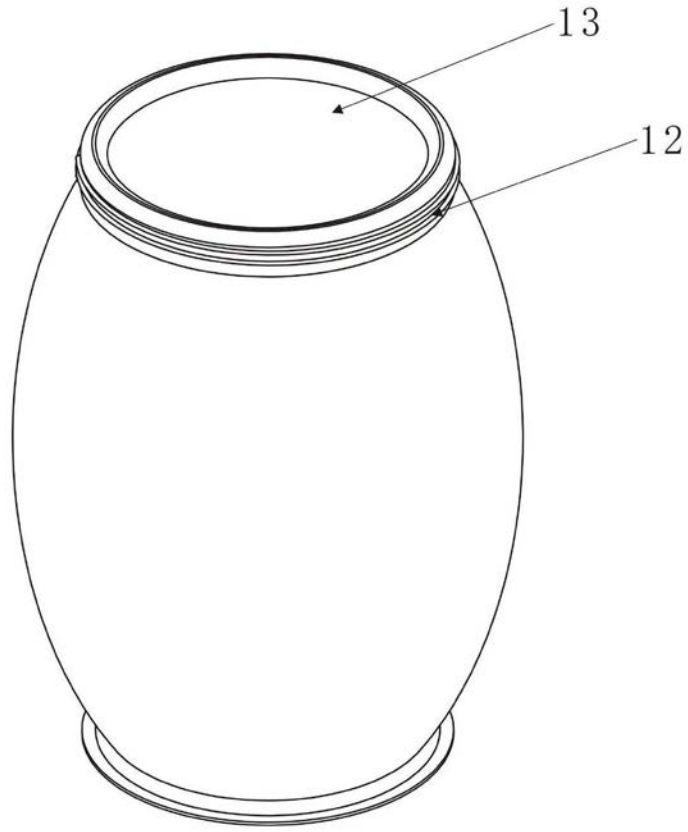


图2

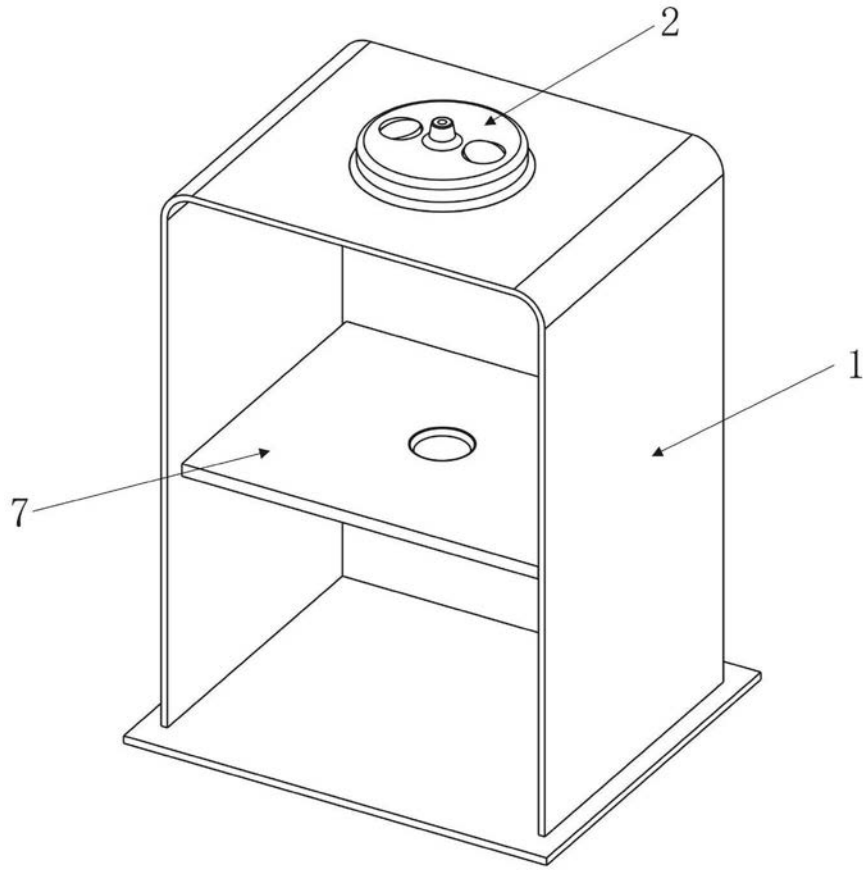


图3