



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212989094 U

(45) 授权公告日 2021.04.16

(21) 申请号 202021479966.5

(22) 申请日 2020.07.23

(73) 专利权人 山东天岳先进科技股份有限公司

地址 250118 山东省济南市槐荫区天岳南路99号

(72) 发明人 蒋文广 张红岩 王永方 王秀平
周国顺 黄长航

(74) 专利代理机构 北京君慧知识产权代理事务所(普通合伙) 11716

代理人 刘晓佳

(51) Int.Cl.

G01N 9/02 (2006.01)

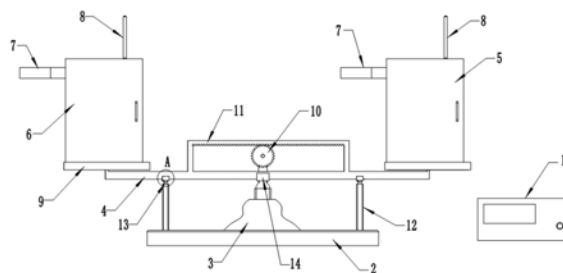
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种无污染测量石墨材质器件体积密度的装置

(57) 摘要

本申请提供了一种无污染测量石墨材质器件体积密度的装置,包括测试主机、驱动电机和杠杆式衡器;杠杆式衡器包括底座,底座上设有沿高度方向延伸的支撑座,支撑座的顶部设有沿水平方向延伸的杠杆横梁,杠杆横梁在其中点位置处与支撑座连接;杠杆横梁的两端分别设置样品箱,样品箱设有进气管和气体浓度计;驱动电机的驱动转轴上设有位移调节件,杠杆横梁以位移调节件为支点转动,并且杠杆横梁通过位移调节件相对于支撑座在水平方向上移动。本申请提供的石墨材质器件的体积密度测量装置,测量过程不污染石墨材质器件,测量数据更准确,并且测量精度高,灵敏度好,在无需移动样品的情况下一次即可得出质量差值和体积差值,简单高效。



1. 一种无污染测量石墨材质器件体积密度的装置,其特征在于,所述装置包括测试主机、驱动电机和杠杆式衡器,所述测试主机分别与所述驱动电机和所述杠杆式衡器电连接;

所述杠杆式衡器包括底座,所述底座上设有沿高度方向延伸的支撑座,所述支撑座的顶部设有沿水平方向延伸的杠杆横梁,所述杠杆横梁在其中点位置处与支撑座连接;所述杠杆横梁的两端分别设置样品箱,所述样品箱设有用于向样品箱内部通入气体的进气管,和用于检测样品箱内部气体浓度的气体浓度计;

所述驱动电机的驱动转轴上设有位移调节件,所述杠杆横梁以所述位移调节件为支点转动,并且所述杠杆横梁通过所述位移调节件相对于所述支撑座在水平方向上移动。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述位移调节件包括调节齿轮,所述杠杆横梁具有沿水平方向延伸的齿条,所述齿条与所述调节齿轮啮合。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述调节齿轮的齿间距为1-5mm,齿宽为0.5-3cm。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述支撑座还设有与所述驱动转轴转动连接的支撑臂,所述支撑臂位于所述位移调节件的后侧。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述底座还设有两个沿高度方向设置的支撑杆,所述两个支撑杆分别位于支撑座的两侧且与支撑座之间的距离相等;所述支撑杆的顶部设有压力传感器,所述杠杆横梁在水平状态下分别与两个支撑杆顶部的压力传感器接触。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述压力传感器处设有凹型滑道件,杠杆横梁通过所述凹型滑道件与压力传感器接触。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述支撑座的顶部设有位移测量传感器,所述位移测量传感器与所述杠杆横梁滑动连接,以测量杠杆横梁的中点相对于支撑座移动的位移。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述进气管与样品箱的连接处设有进气阀;所述进气管分别与气体源、真空泵可拆卸连接。

9. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述样品箱的底部设有托盘。

10. 根据权利要求1-9任一所述的装置,其特征在于,所述石墨材质器件包括石墨坩埚。

一种无污染测量石墨材质器件体积密度的装置

技术领域

[0001] 本申请涉及密度测定设备技术领域,具体涉及一种无污染测量石墨材质器件体积密度的装置。

背景技术

[0002] 石墨材料由于具有良好的导热性、耐高温、抗氧化和防腐蚀等特点被广泛应用于各种行业,而作为容器或感应加热中发热源的石墨坩埚是石墨材料器件众多用途中使用较为广泛的一种。其中,石墨坩埚的密度对其使用寿命和导热性能具有重要的影响,因此,准确的测试石墨坩埚材料的密度至关重要。

[0003] 现有技术中,测量物体密度的方法主要有以下方式:第一种是直接天平称取重量获得质量,使用游标卡尺测量尺寸并计算体积,采用公式密度=重量/体积计算得到,然而该方法在石墨坩埚的测量中误差较大,准确度低;第二种是利用排水法、浮力法、比重法等,测试时需要将待测样品浸没于水中,然而水的使用对高纯度的石墨会有污染。

[0004] 此外,在碳化硅工业领域所用的石墨坩埚,多是具有开口空腔的圆柱体,形状并不规则,因此难以通过直接测定石墨坩埚的尺寸计算得到准确的体积,并且石墨坩埚的圆柱表面还有较多开口的孔隙,因此高度精准的测量石墨坩埚的体积密度仍具有较大难度。现有的对不规则物体测量密度的方法步骤复杂,并且在测量体积时需要待测物体直接与水接触,污染石墨坩埚的几率大大提高,进而影响碳化硅的制备质量。

实用新型内容

[0005] 为了解决上述问题,本申请提供了一种测量石墨材质器件体积密度的方法,该装置操作步骤简单、精准度高,并且不会对石墨材质器件造成污染。所述装置包括:

[0006] 测试主机、驱动电机和杠杆式衡器,所述测试主机分别与所述驱动电机和所述杠杆式衡器电连接;所述杠杆式衡器包括底座,所述底座上设有沿高度方向延伸的支撑座,所述支撑座的顶部设有沿水平方向延伸的杠杆横梁,所述杠杆横梁在其中点位置处与支撑座连接;所述杠杆横梁的两端分别设置样品箱,所述样品箱设有用于向样品箱内部通入气体的进气管,和用于检测样品箱内部气体浓度的气体浓度计;所述驱动电机的驱动转轴上设有位移调节件,所述杠杆横梁以所述位移调节件为支点转动,并且所述杠杆横梁通过所述位移调节件相对于所述支撑座在水平方向上移动。

[0007] 本申请提供的测量装置利用杠杆原理,使用时将标准件和待测石墨材质器件分别置于杠杆横梁两端的样品箱中,并在样品箱上设置了进气管和气体浓度计,一步测得石墨坩埚和标准件的质量差值和体积差值,利用本申请提供的测量方法的原理快速无污染的测定石墨坩埚的体积密度。其中,杠杆横梁两端的样品箱到位移调节件处支点的距离相等。同时,相较于现有技术中天平等用游码调节并肉眼观察是否平衡平衡的方式,上述通过位移调节件移动杠杆横梁对杠杆式衡器调节平衡的方式可以更便于设置高精度的零部件进行测定,有利于提高精确度。

[0008] 可以理解的是,测试主机是可以进行驱动控制、接收信号并进行信息处理的控制设备,例如控制气体存储容器通过进气管向样品箱通入一定质量或体积的气体,接收气体浓度计反馈的浓度信号,对收集到的浓度信息和质量信息进行处理等。在一种实施方式中,测试主机可以是现有技术中常规的具有控制器的智能控制设备。

[0009] 进一步地,所述位移调节件包括调节齿轮,所述杠杆横梁具有沿水平方向延伸的齿条,所述齿条与所述调节齿轮啮合。

[0010] 具有上述设置的装置,可以通过杠杆横梁移动的位移来间接得出两端样品箱的质量差值。在一种实施方式中,驱动电机可以与测试主机一体设置以使得装置结构更加紧凑,也可以通过电连接线与测试主机电连接。

[0011] 显然,与驱动电机连接的调节齿轮在水平方向上是不动的,而齿条可以连带杠杆横梁在水平方向上移动,并且由于齿啮合连接的齿数多且位置精准,还能保证杠杆横梁水平移动的精度。

[0012] 进一步地,所述调节齿轮的齿间距为1-5mm,齿宽为0.5-3cm。

[0013] 优选的,调节齿轮可以与驱动电机的驱动转轴一体设置,或者,将调节齿轮的齿间距尺寸设置较小,优选为1mm,一次啮合1-4个齿,而调节齿轮的齿宽较大,以在调节齿轮具有作为支点进行调节位移功能的同时,还可以用于承重;更优选的,齿条位于杠杆横梁的上方,以降低重心,调节齿轮也优选设置在与支撑座支点在一条竖直直线上。

[0014] 进一步地,所述支撑座还设有与所述驱动转轴转动连接的支撑臂,所述支撑臂位于所述位移调节件的后侧。支撑臂的设置使得位移调节件在作为支点的同时,还可以用于协助驱动转轴提供承重力。

[0015] 进一步地,所述底座还设有两个沿高度方向设置的支撑杆,所述两个支撑杆分别位于支撑座的两侧且与支撑座之间的距离相等;所述支撑杆的顶部设有压力传感器,所述杠杆横梁在水平状态下分别与两个所述压力传感器接触。

[0016] 进一步地,所述杠杆横梁通过所述压力传感器与所述支撑杆在水平方向上发生相对移动。

[0017] 其中,压力传感器可以采用凹型滑道件或丝杆螺母的方式与杠杆横梁配合连接。压力传感器的设置用以判定杠杆横梁两侧的杠杆臂是否平衡。在初始状态下,杠杆横梁两端是平衡的,两个压力传感器所受到的压力是相等的,当杠杆出现失衡时,杠杆臂下压一侧的压力传感器所受到的压力增大,而杠杆臂上抬一侧的压力传感器所受到的压力减小,此时测试主机实时监测两个压力传感器反馈的压力信号,并根据该压力信号控制驱动电机通过调节齿轮带动杠杆横梁向压力更小的一侧方向移动,直至两端的压力传感器反馈的压力信号再次相等。

[0018] 在一种实施方式中,压力传感器可以用于测量杠杆臂的压力,或者用于测量样品箱底部的压力,出于力矩的考虑,优选将支撑杆设置在杠杆臂下方,并与支撑座之间具有适当的距离。

[0019] 进一步地,所述支撑座的顶部设有可转动的位移测量传感器,所述位移测量传感器与所述杠杆横梁滑动连接,以测量杠杆横梁的中点相对于支撑座移动的位移。

[0020] 优选的,杠杆横梁与位移测量传感器之间相对移动可以通过调节齿轮和齿条的转动来带动。更优选地,支撑座的顶部也可以作为杠杆横梁的支点。其中,位移测量传感器可

以是现有的常见能够测量位移的传感器,例如电涡流传感器。

[0021] 进一步地,所述压力传感器处设有凹型滑道件,杠杆横梁通过所述凹型滑道件与压力传感器接触。

[0022] 其中,所述杠杆横梁在压力传感器处与支撑杆在水平方向上发生相对移动,更优选地,杠杆横梁与压力传感器通过设置的凹型滑道件滑动连接,例如,杠杆横梁安装凹型滑道件的凹型处,并可以在滑道内移动。在另一种实施方式中,杠杆横梁的表面具有丝杆螺纹,在压力传感器处设置丝杆螺母,与杠杆横梁配合滑动连接。

[0023] 与压力传感器类似,位移测量传感器与杠杆横梁的滑动连接也可以通过在位移测量传感器处设置凹型滑道件或者丝杆螺母实现,并与杠杆横梁配合套接,此时位移测量传感器可以设置在凹型滑道件或丝杆螺母的侧面。

[0024] 进一步地,所述进气管与样品箱的连接处设有进气阀;所述进气管分别与气体源、真空泵可拆卸连接。其中,气体源可以是充气气瓶、储气罐或其他储存气体的容器。气体为非活性气体,优选为氮气。

[0025] 优选的,装置中的各传感器,如压力传感器和位移测量传感器也与测试主机电连接,可以理解的是,所述电连接可以是现有的多种连接方式,如导线连接,也可以是无线连接。

[0026] 进一步地,所述样品箱的底部设有托盘。

[0027] 进一步地,所述石墨材质器件包括石墨坩埚。

[0028] 通过本申请能够带来如下有益效果:

[0029] 本申请提供的石墨材质器件的体积密度测量装置,能够测得石墨材质器件特别是石墨坩埚与已知质量和体积的标准件的质量差值和体积差值,进而计算得到体积密度,其中体积差值通过向密闭容器中通入非活性气体气体的方式获得,测量过程不污染石墨材质器件,测量精度高,灵敏度好,在无需移动样品的情况下一一次即可得出质量差值和体积差值,简单高效。

附图说明

[0030] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0031] 图1为石墨坩埚体积密度测量装置的主视图;

[0032] 图2为图1中A部放大图;

[0033] 图3为体积密度测量组件的俯视图;

[0034] 图中:1、测试主机;2、底座;3、支撑座;4、杠杆横梁;5、标准件样品箱;6、石墨坩埚样品箱;7、进气管;8、气体浓度计;9、托盘;10、调节齿轮;11、齿条;12、支撑杆;13、压力传感器;131、凹型滑道件;132、滑动滚珠;133、滚珠轴;14、位移测量传感器;15、驱动电机;16、电连接线。

具体实施方式

[0035] 为了更清楚的阐释本申请的整体构思,下面再结合说明书附图以示例的方式进行详细说明。

[0036] 需说明,在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请,但是,本申请还可以采用其他不同于在此描述的其他方式来实施,因此,本申请的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0037] 另外,在本申请的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“轴向”、“径向”、“周向”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申请和简化描述,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申请的限制。

[0038] 在本申请中,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。但注明直接连接则说明连接地两个主体之间并不通过过度结构构建连接关系,只通过连接结构相连形成一个整体。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申请中的具体含义。

[0039] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0040] 本申请的实施例提供了一种测量石墨材质器件体积密度的装置。其中,石墨材质器件包括石墨坩埚,而使用该装置能够快速精准地测得形状不规则且表面具有开口空隙的石墨坩埚的体积密度,并且不会对石墨坩埚造成污染。其中,待测体积密度的石墨坩埚的石墨纯度 $\geq 99.99\%$ 。

[0041] 如图1所示,该装置包括:测试主机1和杠杆式衡器,其中杠杆式衡器与测试主机1电连接。杠杆式衡器包括:底座2,在底座2上设有沿高度方向延伸的支撑座3,支撑座3的顶部设有沿水平方向延伸的杠杆横梁4,且杠杆横梁4在其中点位置处与支撑座3连接,并且杠杆横梁4以支撑座3的顶部为支点旋转;杠杆横梁4的两端分别设置有一个样品箱,并且在样品箱的侧部设有用于向样品箱内通入气体的进气管7,样品箱的顶部设有用于检测样品箱内气体浓度的气体浓度计8。

[0042] 其中,进气管7与样品箱的连接处设有进气阀,以控制进气管7的开启和关闭;气体浓度计8与测试主机1电连接,以通过测试主机1实时监测样品箱内的特定气体的气体浓度,例如采用氮气气体浓度计。

[0043] 其中,杠杆横梁4两端的样品箱分别为石墨坩埚样品箱6和标准件样品箱5,两个样品箱是完全相同的,并且到支撑座3上支点的距离相等。可以理解的是,两个样品箱是可以打开放置样品的,并且在放置完样品后可以被密封形成密闭的容器,在两个样品箱的底部还可以设有托盘9。石墨坩埚样品箱6和标准件样品箱5上的进气管7可以与真空泵、气体罐(如氮气罐)、充气气瓶或其他气体存储容器可拆卸连接,以便于通过进气管7对样品箱进行

抽真空或者充入气体。在优选的实施方式中,可以采用通过监控充气气瓶的压力变化监测氮气的充入量,或者在两个进气管7处分别加装一个气体容积式流量计,用于精确监控充入气体的累计流量总量。

[0044] 可选的,样品箱内部还设有用于固定样品的部件,例如在样品箱内侧底部设置限位凹槽,或者设置可将石墨坩埚悬空固定的夹子,除具有固定功能外还可以使石墨坩埚整体浸没于非活性气体中。

[0045] 上述装置中的体积密度测试组件可以被认为是实施例1中的杠杆式衡器,该体积密度测试组件利用杠杆原理,使用时将标准件和待测石墨坩埚分别置于杠杆横梁两端的样品箱中,并在样品箱上设置了进气管7和气体浓度计8,一步测得石墨坩埚与标准件之间的质量差值和体积差值,进而计算得到石墨坩埚的体积密度。

[0046] 可以理解的是,测试主机1是可以进行驱动控制、接收信号并进行信息处理的控制设备,例如控制气体存储容器通过进气管7向样品箱通入一定质量或体积的气体,接收气体浓度计8反馈的浓度信号,对收集到的浓度信息和质量信息进行处理等。在一种实施方式中,测试主机1可以是现有技术中常规的具有控制器的智能控制设备。

[0047] 上述装置还包括驱动电机15和位移调节件,其中,位移调节件设置在支撑座3上方,并与驱动电机15的驱动转轴连接。杠杆横梁4可以以位移调节件为支点转动,并且还通过位移调节件相对于支撑座3在水平方向上发生相对移动,以通过杠杆横梁4移动的位移来间接得出两端样品箱的质量差值。优选的,支撑座3还设有与驱动转轴转动连接的支撑臂,支撑臂位于位移调节件的后侧,以使得使得位移调节件在作为支点的同时,还可以用于协助驱动转轴提供承重力,可以理解的是,驱动转轴和支撑臂可以采用多种形式,在图中不再示出。

[0048] 如图1所示,位移调节件包括调节齿轮10,杠杆横梁4上设有沿水平方向延伸的齿条11,齿条11与调节齿轮10啮合,并且齿条11高于支撑座2。如此设置,与驱动电机15连接的调节齿轮10显然是在水平方向上不动的,而齿条11可以连带杠杆横梁4在水平方向上移动,并且由于齿啮合连接的齿数多且位置精准,还能保证杠杆横梁4水平移动的精度。优选的,调节齿轮10可以与驱动电机15驱动转轴一体设置,更优选的,将调节齿轮10的齿间距尺寸设置较小,如1-5mm,优选为1mm,一次啮合1-4个齿,而调节齿轮10的齿宽较大,如0.5-3cm。如此设置的调节齿轮10具有作为支点进行调节位移的功能,同时还可以用于协助承重。并且,齿条11高于支撑座3,更优选位于杠杆横梁4的上方,此时支点仍在支撑座3顶部,以降低重心,调节齿轮10优选设置在与支撑座3支点在一条竖直直线上。

[0049] 继续参见图1,支撑座3的顶部固定有位移测量传感器14,位移测量传感器14与杠杆横梁4滑动连接,以测量杠杆横梁4的中点相对于支撑座3移动的位移。其中,杠杆横梁4与位移测量传感器14之间相对移动可以通过调节齿轮10和齿条11的转动来带动。其中,位移测量传感器14可以是现有的常见能够测量位移的传感器,例如电涡流传感器。在一种实施方式中,位移测量传感器14可以直接设置成凹型滑道的结构,并与杠杆横梁4配合套接;在另一种实施方式中,可以在支撑座3顶部固定一凹型滑道件,并将位移测量传感器14设置在凹型滑道件的一侧。还可以使杠杆横梁4至少部分具有丝杆螺纹,位移测量传感器14的一侧设有与丝杆螺纹配合的丝杆螺母。其中,丝杆结构的连接方式有助于高精度的位移定位。

[0050] 如图1所示,底座2上还设有两个支撑杆12,两个支撑杆12分别位于支撑座3的两侧

且与支撑座3之间的距离相等;支撑杆12的顶部设有压力传感器13,杠杆横梁4在水平状态下分别与两个所述压力传感器13接触。其中,杠杆横梁4通过压力传感器13与支撑杆12在水平方向上发生相对移动。

[0051] 如图2所示,在压力传感器13处设有凹型滑道件131,在凹型滑道件131的内侧底部设有滚珠132和滚珠轴133,杠杆横梁4放置于凹型滑道件131内的凹面结构上,并可通过滚珠132在凹面结构内滑动,并与压力传感器13接触。优选的,位移测量传感器14处的凹型滑道件也可以采用类似于图2中的结构,不再展开叙述。

[0052] 其中,压力传感器13的设置用以判定杠杆横梁4两侧的杠杆臂是否平衡。在初始状态下,杠杆横梁4两端是平衡的,两个压力传感器13所受到的压力是相等的,当杠杆出现失衡时,杠杆臂下压一侧的压力传感器13所受到的压力增大,而杠杆臂上抬一侧的压力传感器13所受到的压力减小,此时测试主机1实时监测两个压力传感器13反馈的压力信号,并根据该压力信号控制驱动电机通过调节齿轮10向左或向右侧转动,进而带动杠杆横梁4向压力更小的一侧方向移动,直至两端的压力传感器13反馈的压力信号再次相等,因此,根据调节齿轮10转动所带动的杠杆横梁4所移动的位移,可以获得石墨坩埚和标准件的质量差值 Δm 。在一种实施方式中,压力传感器13可以用于测量杠杆臂的压力,或者用于测量样品箱底部的压力,出于力矩应长度适当的考虑,优选将支撑杆12设置在杠杆臂下方,并与支撑座3之间具有适当的距离。

[0053] 如图3所示,驱动电机15可以与测试主机1一体设置以使得装置结构更加紧凑,也可以通过电连接线16与测试主机1连接,同时,装置中的各传感器,如压力传感器13和位移测量传感器14也与测试主机1电连接,可以理解的是,电连接可以是现有的多种连接方式,如图3中采用电连接线16的导线连接,也可以是无线连接。

[0054] 上述实施例提供的石墨材质器件的体积密度测量装置,通过监测杠杆横梁4两侧的压力情况控制杠杆横梁4在水平方向上移动,并根据杠杆横梁4相对于支撑座3移动的位移间接获得质量差值 Δm ;通过气体浓度计8测得的两侧样品箱中的浓度差值间接获得石墨坩埚和石墨标准件的体积差值 ΔV 。由此可知,上述体积密度测量装置的测量精度,取决于压力传感器13的压力分辨力精度以及气体浓度检测计8的检测极限。在一种实施方式中,位移与质量差值可以通过以下方式换算:以1g为单位标刻度,以平衡状态下每偏差1g杠杆横梁的中点位移量为1g刻度;气体浓度与体积差值可以通过以下方式换算:以气体浓度每升高0.1%所对应的空间缩小量为单位计算。优选的,上述数据处理过程可以通过测试主机1完成,更优选的,上述实施例提供的装置的调节过程也均可通过测试主机1控制完成。

[0055] 在一种实施方式中,上述装置的使用方法如下:

[0056] (1) 使杠杆横梁4两端处于水平状态,并根据压力传感器13反馈的压力信号校准;

[0057] (2) 将石墨坩埚和标准件分别放置于石墨坩埚样品箱6和标准件样品箱5中,并关闭两个样品箱,由于两侧出现质量差异杠杆横梁4出现倾斜,两侧压力传感器13所反馈的压力值出现较大差异,测试主机1接收到压力值信号后控制驱动电机带动调节齿轮10向压力值较小的一侧旋转,以通过与调节齿轮10啮合的齿条11连带杠杆横梁4向压力值较小的一侧移动,位移测量传感器14检测杠杆横梁4移动的位移,测试主机1根据预设的换算比例将位移换算成质量差值 Δm ;

[0058] (3) 杠杆横梁4两端再次平衡后,通过进气管7先对两个样品箱抽真空直至两端气

体浓度计8显示的氮气浓度相等,下始终保持杠杆横梁4两端平衡的状态下,向两侧的样品箱通入等质量的氮气,直至两个气体浓度计8显示的氮气浓度差值稳定,获得气体浓度差值 Δc ,测试主机1根据预设的换算比例将 Δc 换算成体积差值 ΔV ;

[0059] (4) 根据公式 $\rho_{\text{坩埚}} = m_{\text{坩埚}} / V_{\text{坩埚}} = (m_{\text{标}} + \Delta m) / (V_{\text{标}} + \Delta V)$,计算获得石墨坩埚的体积密度 $\rho_{\text{坩埚}}$ 。

[0060] 以上所述仅为本申请的实施例而已,并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的权利要求范围之内。

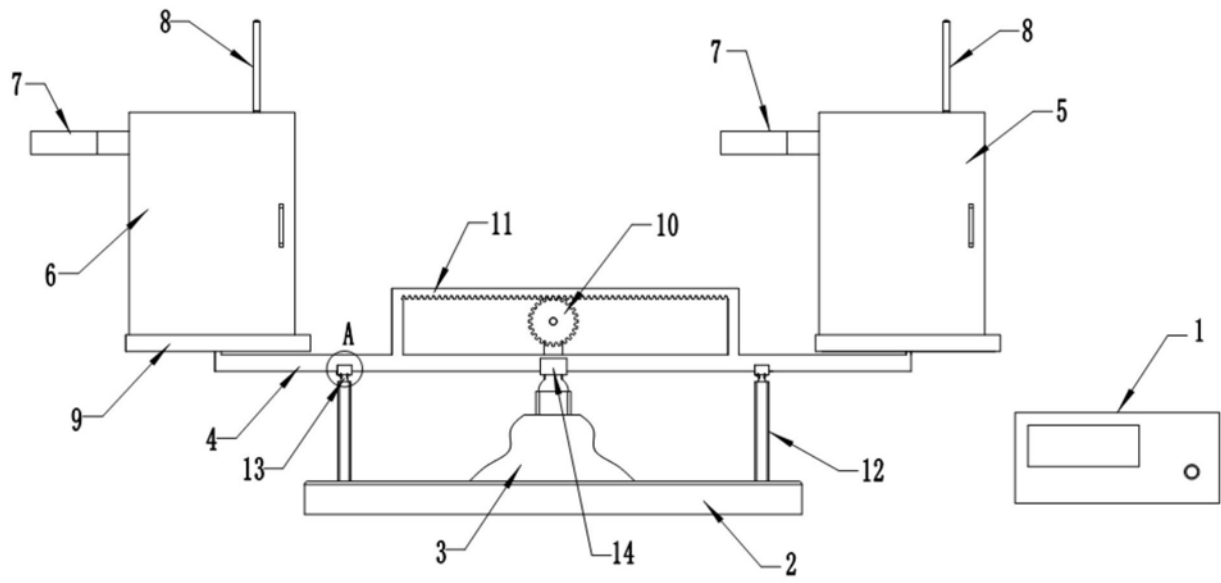


图1

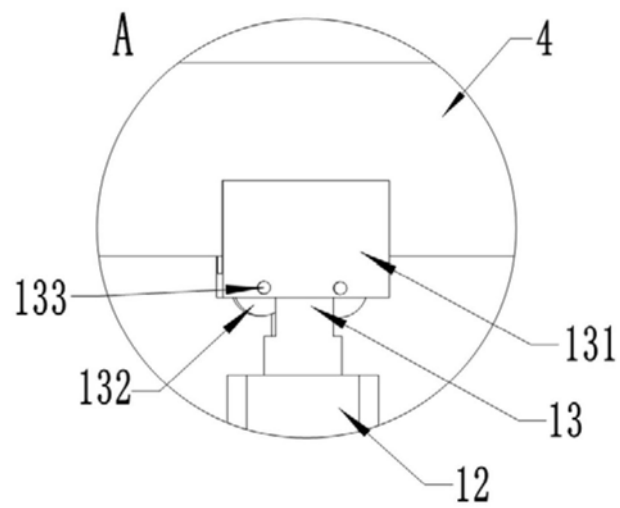


图2

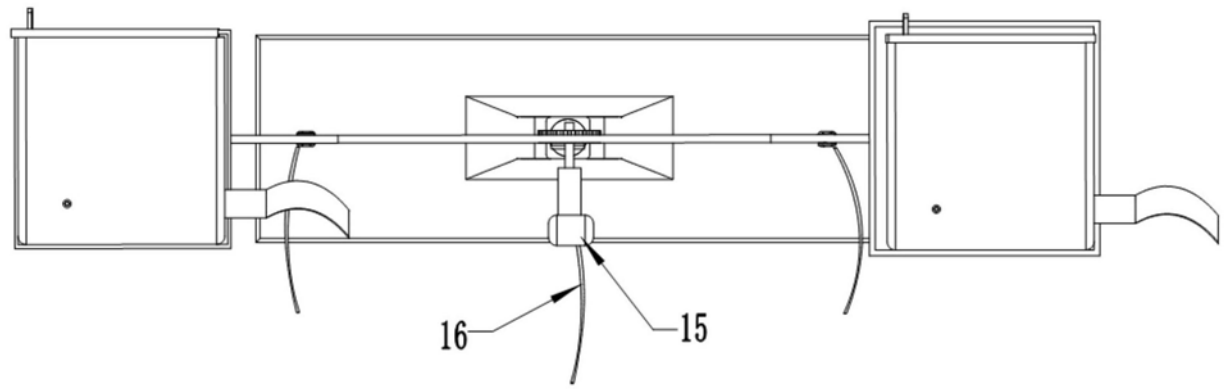


图3