



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108680458 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810923657.3

(22)申请日 2018.08.14

(71)申请人 青岛迈可威微波创新科技有限公司

地址 266109 山东省青岛市高新技术产业
开发区华东路826-8号

(72)发明人 冯国通 杨琼 孙昭 隋兰

(74)专利代理机构 青岛联智专利商标事务所有
限公司 37101

代理人 侯艳艳

(51) Int. Cl.

G01N 5/04(2006.01)

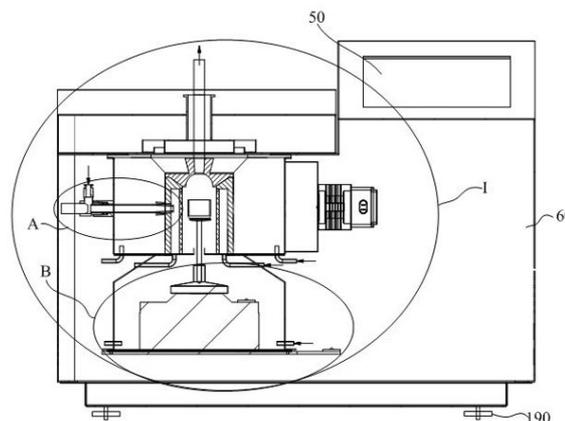
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

微波热重分析装置

(57)摘要

本发明提供一种微波热重分析装置,包括微波谐振腔、微波系统、称重系统、温度测定系统、气体分区系统、控制系统和壳体框架,微波谐振腔内设有第二空间,且微波谐振腔底板上设有与第二空间连通的通孔,称重系统上设置有样品支撑杆,样品支撑杆的上部伸入至反应室内;还包括保护罩体,其围成第一空间,罩主体的底端与罩底板密封连接,罩主体顶端与微波谐振腔底板密封连接,称重系统位于第一空间内并固定在罩底板上,通孔位于第一空间内并将第一空间与第二空间连通。称重系统由保护罩体封闭,与外界环境隔绝,提高称重结果准确性;保护罩体可阻止外界气体与第二空间内气体交换和流通,避免反应室内气氛环境的外加不利影响。



1. 一种微波热重分析装置,包括微波谐振腔、向微波谐振腔提供微波的微波系统、称重系统、温度测定系统、气体分区系统、控制系统和外部的壳体框架,所述微波谐振腔内设有作为反应室的第二空间,且所述微波谐振腔的底板上设有与所述第二空间连通的通孔,所述称重系统的称重托盘上设置有样品支撑杆,所述样品支撑杆的上部穿过所述通孔伸入至所述第二空间内;其特征在于:所述气体分区系统包括第一空间和所述第二空间,所述微波热重分析装置还包括保护罩体,所述保护罩体围成所述第一空间,所述保护罩体包括罩底板和由四周侧板构成的罩主体,所述罩主体的底端与所述罩底板密封连接,所述罩主体的顶端与所述微波谐振腔的底板密封连接,所述称重系统位于所述第一空间内并固定在所述罩底板上,所述通孔位于所述第一空间内并将所述第一空间与所述第二空间连通。

2. 根据权利要求1所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述罩主体的底端与所述罩底板之间连接处设有密封减震部件。

3. 根据权利要求1或2所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述微波谐振腔整体固连在所述壳体框架的顶壁上,且所述保护罩体悬吊式连接在所述微波谐振腔的底板上。

4. 根据权利要求3所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述保护罩体上设置有第一进气管,用于向所述第一空间内通入保护气,所述第一空间内的气体压力大于所述第二空间内的气体压力。

5. 根据权利要求1所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述第二空间由反应室罩体、盖体和所述微波谐振腔的底板围成,所述反应室罩体呈上下开口的筒状,所述盖体与所述反应室罩体的上部开口配合,所述反应室罩体的下端与所述微波谐振腔的底板密封贴合;所述第二空间内设有微孔过滤内筒,所述样品支撑杆的上部位于所述微孔过滤内筒内,且所述微孔过滤内筒与所述反应室罩体之间形成有第三空间,所述气体分区系统还包括所述第三空间,所述第三空间连通有第三进气管,用于向所述第三空间内通入反应气或保护气。

6. 根据权利要求5所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述第三空间的气体压力大于所述微孔过滤内筒所围成内部空间内的气体压力。

7. 根据权利要求5所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述第二空间的上部连接有出气通道,用于排出反应生成气。

8. 根据权利要求7所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述微波谐振腔内还设有第四空间,所述气体分区系统还包括所述第四空间,所述第四空间为所述微波谐振腔的腔壳与所述反应室罩体之间的区域,所述第四空间连通有第四进气管,用于向所述第四空间内通入保护气,所述第四空间的保护气压力大于所述第二空间内的气体压力。

9. 根据权利要求1所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述温度测定系统包括红外测温探头、石英管和具有三个通路的三通支架,所述三通支架固设在所述微波谐振腔的腔壳外侧,所述红外测温探头的探头端插设在所述三通支架的第一个通路内,所述石英管的外端插设在所述三通支架的第二个通路内,所述三通支架的第三个通路连接有第四进气管;所述石英管的内端伸入所述第二空间内,且所述红外测温探头的轴线与所述石英管的轴线在同一直线上。

10. 根据权利要求1所述的微波热重分析装置,其特征在于:所述微波热重分析装置还包括称重调平系统,所述称重调平系统包括连接在所述壳体框架底面上的多个高度可调脚

轮、已预先校正水平度平行的第一水泡/气泡水平尺和第二水泡/气泡水平尺；所述第一水泡/气泡水平尺水平安装在所述罩底板上，所述第二水泡/气泡水平尺在校正其与所述第一水泡/气泡水平尺的水平度平行时水平放置在所述称重系统的称重托盘上；所述壳体框架上设有可观察到所述第一水泡/气泡水平尺的观察孔。

微波热重分析装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微波热重分析装置,属于分析测试装置技术领域。

背景技术

[0002] 热重法是在程序控制温度下借助热天平以获得物质的质量与温度关系的一门技术。目前,常规热重分析通常放入极少量的试样通过电加热方式进行加热,属于外部加热方式;使用热电偶测量试样周围气氛温度来代表试样温度,研究试样在程序控制温度下质量与温度或质量与时间的关系。由于实验使用的试样一般为体积大的块状物料或质量大的颗粒物料,试样质量太小不能真实反映大试样的性质,并且通常使用的常规热重分析仪的测量范围大多停留在0~100mg,不能满足大试样研究的需要,使得模拟大试样在高温和不同气氛下质量动态变化的研究显得困难。又由于试样放入量很小,热电偶测量的温度为试样周围气氛的温度非试样温度,其所得的结论是否适用于实际情况还值得商榷。

[0003] 微波加热具有加热迅速、产物均匀性好、反应时间短、低能耗和“整体加热”等众多优点,其特殊的加热机理使得物料内部的传热传质与常规加热方式有很大区别,而且可能造成反应机理的不同,所以研究大试样在微波加热下的热失重和反应机理非常有意义。同时,对于体积较大的块状物料和质量较大的颗粒物料,尤其是大量骨料、气孔的多孔介质,其导热系数很小,升温较缓慢,常规加热方式不能满足需求,但这些物料吸波性能好,微波加热可以是一种更好的选择。因此,目前出现了微波热重分析装置,微波热重分析装置的主要结构部件包括微波系统、微波谐振腔、位于微波谐振腔内的反应室、称重系统、供气系统、温度测试系统和控制系统,以及设备外观壳体结构构成,其中,称重系统通常采用电子天平,电子天平上端连接样品支撑杆,微波谐振腔的底板上设有通孔,以供样品支撑杆的顶端伸入至反应室内,样品支撑杆顶端设置样品坩埚,样品坩埚位于反应室内,用于盛放样品。现有技术中,电子天平通常是处于裸露状态,且为保证其测量准确性,样品支撑杆与反应室之间是不接触的,则反应室上供样品支架穿过的通孔内径应大于样品支撑杆的直径。

[0004] 现有技术存在以下缺点和不足:1、电子天平非封闭设置,而电子天平非常灵敏,则外界环境,比如气流吹动或振动会影响其测量准确性;2、电子天平非封闭设置,且反应室上供样品支撑杆穿过的通孔的内径较大,而为了不影响电子天平的测量精度,该通孔与样品支撑杆之间无法设置密封结构,则外界气体会通过该通孔进入反应室内,或者反应室内的气体会经该通孔溢出,即反应室内部和外界环境之间会进行气体交换和流通,影响反应室内生成气的量和纯度,从而会影响热重分析结果;为了防止反应室内部气体和外界环境气体之间的交换和流通,现有技术中有的采用保证反应室内为微正压的方式,通过反应室内的气体流出通孔来阻止外界气体进入反应室内,这样会造成反应室内生成气的损失,从而使得生成气测量分析时结果不准确。

发明内容

[0005] 本发明提供一种微波热重分析装置,可以解决现有技术称重系统非封闭设置,影

响测量准确性以及热重分析结果准确性的问题。

[0006] 为达到解决上述技术问题的目的,本发明采用以下技术方案予以实现:

一种微波热重分析装置,包括微波谐振腔、向微波谐振腔提供微波的微波系统、称重系统、温度测定系统、气体分区系统、控制系统和外部的壳体框架,所述微波谐振腔内设有作为反应室的第二空间,且所述微波谐振腔的底板上设有与所述第二空间连通的通孔,所述称重系统的称重托盘上设置有样品支撑杆,所述样品支撑杆的上部穿过所述通孔伸入至所述第二空间内;所述气体分区系统包括第一空间和所述第二空间,所述微波热重分析装置还包括保护罩体,所述保护罩体围成所述第一空间,所述保护罩体包括罩底板和由四周侧板构成的罩主体,所述罩主体的底端与所述罩底板密封连接,所述罩主体的顶端与所述微波谐振腔的底板密封连接,所述称重系统位于所述第一空间内并固定在所述罩底板上,所述通孔位于所述第一空间内并将所述第一空间与所述第二空间连通。

[0007] 所述罩主体的底端与所述罩底板之间连接处设有密封减震部件。

[0008] 所述微波谐振腔整体固连在所述壳体框架的顶壁上,且所述保护罩体悬吊式连接在所述微波谐振腔的底板上。

[0009] 所述保护罩体上设置有第一进气管,用于向所述第一空间内通入保护气,所述第一空间内的气体压力大于所述第二空间内的气体压力。

[0010] 所述第二空间由反应室罩体、盖体和所述微波谐振腔的底板围成,所述反应室罩体呈上下开口的筒状,所述盖体与所述反应室罩体的上部开口配合,所述反应室罩体的下端与所述微波谐振腔的底板密封贴合;所述第二空间内设有微孔过滤内筒,所述样品支撑杆的上部位于所述微孔过滤内筒内,且所述微孔过滤内筒与所述反应室罩体之间形成有第三空间,所述气体分区系统还包括所述第三空间,所述第三空间连通有第三进气管,用于向所述第三空间内通入反应气或保护气。

[0011] 所述第三空间的气体压力大于所述微孔过滤内筒所围成内部空间内的气体压力。

[0012] 所述第二空间的上部连接有出气通道,用于排出反应生成气。

[0013] 所述微波谐振腔内还设有第四空间,所述气体分区系统还包括所述第四空间,所述第四空间为所述微波谐振腔的腔壳与所述反应室罩体之间的区域,所述第四空间连通有第四进气管,用于向所述第四空间内通入保护气,所述第四空间的保护气压力大于所述第二空间内的气体压力。

[0014] 所述温度测定系统包括红外测温探头、石英管和具有三个通路的三通支架,所述三通支架固设在所述微波谐振腔的腔壳外侧,所述红外测温探头的探头端插设在所述三通支架的第一个通路内,所述石英管的外端插设在所述三通支架的第二个通路内,所述三通支架的第三个通路连接有第四进气管;所述石英管的内端伸入所述第二空间内,且所述红外测温探头的轴线与所述石英管的轴线在同一直线上。

[0015] 所述微波热重分析装置还包括称重调平系统,所述称重调平系统包括连接在所述壳体框架底面上的多个高度可调脚轮、已预先校正水平度平行的第一水泡/气泡水平尺和第二水泡/气泡水平尺;所述第一水泡/气泡水平尺水平安装在所述罩底板上,所述第二水泡/气泡水平尺在校正其与所述第一水泡/气泡水平尺的水平度平行时水平放置在所述称重系统的称重托盘上;所述壳体框架上设有可观察到所述第一水泡/气泡水平尺的观察孔。

[0016] 与现有技术相比,本发明微波热重分析装置具有以下优点和积极效果:

1、称重系统由保护罩体封闭,与外界环境隔离,则避免了外界气流吹动样品支撑杆导致称重结果不准确的问题,同时也会减小外界震动对称重系统测量准确性的影响;

2、称重系统由保护罩体封闭,且微波谐振腔底面上的通孔也处于封闭空间内,从而保护罩体可阻止外界气体通过该通孔进入反应室空间内,则无需保证反应室空间内气体微正压来阻止外界气体进入,防止反应室空间气体和外界环境气体之间的交换和流通,则可减少反应室内生成气的损失,从而进一步保证生成气测量分析时结果的准确性;

3、称重系统由保护罩体封闭,使称重系统所在区域形成第一空间,第一空间与作为反应室的第二空间,以及微波谐振腔的第三空间及第四空间形成气体分区系统,通过各空间之间本身的压力差,以及操作者外加压力调整,可以实现各空间气体不同压力控制,实现操作者对各空间气氛流动路径的控制,从而保证对第二空间内生成气的生成量控制,尽可能地减少生成气的损失,保证分析时结果的准确性。

附图说明

[0017] 图1为本发明微波热重分析装置立体结构示意图;

图2为本发明微波热重分析装置纵向剖视示意图;

图3为图2中I部结构放大图;

图4为本发明中称重系统的保护罩体的罩底板结构示意图;

图5为图2中A部结构放大图;

图6为图2中B部结构放大图。

具体实施方式

[0018] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 参见图1和图2,本实施例一种微波热重分析装置,包括微波谐振腔10、向微波谐振腔10提供微波的微波系统20、称重系统30、温度测定系统40、气体分区系统,控制系统50和外部的壳体框架60,微波谐振腔10内设有第二空间70,第二空间70即为微波谐振腔10的反应室,且微波谐振腔10的底板12上设有与第二空间70连通的通孔11,称重系统30的称重托盘上设置有样品支撑杆80,样品支撑杆80的上部穿过通孔11伸入至第二空间70内,样品支撑杆80用于支撑用于盛放样品的反应器皿,比如反应坩埚,或者直接支撑样品;气体分区系统包括第一空间100和第二空间70,微波热重分析装置还包括保护罩体90,保护罩体90围成所述的第一空间100,保护罩体90包括罩底板91和由四周侧板构成的罩主体92,罩主体92的底端与罩底板91密封连接,罩主体92的顶端与微波谐振腔10的底板12密封连接,称重系统30位于第一空间100内并固定在罩底板91上,通孔11位于第一空间100内将第一空间100与第二空间70连通。

[0020] 本发明微波热重分析装置的称重系统30由保护罩体90封闭,与外界环境隔绝,则避免了外界气流吹动称重系统30和样品支撑杆80导致称重结果不准确的问题,同时也会减小外界振动对称重系统30测量准确性的影响;同时,称重系统30由保护罩体90封闭,且微波

谐振腔10底面上的通孔11也处于封闭空间(第一空间100)内,从而保护罩体90可阻止外界气体通过该通孔11进入第二空间70内,则无需保证反应室内气体的微正压也能减少第二空间70内生成气的损失,从而进一步保证生成气测量分析时结果的准确性;第一空间100和第二空间70作为两个气体分区空间,可通过控制各空间内的气体压力,比如将第一空间100连接进气管,向起内部通入保护气,使其内气体压力大于第二空间70内的气体压力,进而控制第二空间70内的气体不会向第一空间100溢出,以尽可能地保证第二空间70内生成气不会损失。

[0021] 进一步地,为避免设备震动对称重系统30的影响,本实施例中优选地,在罩主体92的底端与罩底板91之间连接处设有密封减震部件110,比如硅胶条、橡胶条等。具体地,如图3所示,罩底板91与罩主体92通过周圈法兰连接,在罩底板91上与罩主体92连接接触的部位上设有一圈定位槽93,密封减震部件110嵌于定位槽93内,同时密封减震部件110的高度大于定位槽93的深度,从而在罩底板91与罩主体92之间起到减震和密封的作用。当然,定位槽也可以开设在罩主体92上,与本实施例效果等同,可不做具体限制。

[0022] 同样是为了减小设备震动对称重系统30的影响,进一步地,微波谐振腔10整体固连在壳体框架60的顶壁上,且保护罩体90以悬吊式的方式连接在微波谐振腔10的底板12上。即保护罩体90连同内部的称重系统30悬空连接在微波谐振腔10的底板12上,罩底板91与壳体框架60不接触,以尽可能减少保护罩体90与设备壳体框架60的接触点,从而尽可能地减小设备震动对称重系统30的影响。同时,加之罩底板91与罩主体92之间设置密封减震部件110时,可对称重系统30的减震设计达到进一步优化。

[0023] 如上所述,为了防止第二空间70内的气体反流至第一空间100内,影响第二空间70内生成气的生成量,在保护罩体90上设置有第一进气管220,用于向第一空间100内通入保护气体,从而便于控制第一空间100内的气体压力,通入保护气体后应保证第一空间100内的气体压力大于第二空间70内的气体压力,这样由于第一空间100内的气体压力大,则可以阻止第二空间70内的气体倒灌反流至第一空间100内,避免损失反应气和生成气。

[0024] 具体地,对于第二空间70,其由反应室罩体71、盖体72和微波谐振腔10的底板12围成,反应室罩体71呈上下开口的筒状,可以是圆筒、方筒、梯形筒等,优选圆筒。盖体72与反应室罩体71的上部开口配合,反应室罩体71的下端与微波谐振腔10的底板12密封贴合;反应室罩体71和盖体72材质为石英,或者其他不吸收或吸收微波少的低介电常数材料。由于待测样品在第二空间70内处理时通常要通入反应气或者保护气,而样品支撑杆80伸入第二空间70内,通入的反应气气流会冲击样品支撑杆80从而影响称重系统30测量的准确性,为尽可能地减小反应气气流对样品支撑杆80的冲击,本实施例中,在第二空间70内设有微孔过滤内筒120,本实施例具体为筒状的陶瓷过滤层,样品支撑杆80的上部位于微孔过滤内筒120内,且微孔过滤内筒120与反应室罩体71之间形成有第三空间130,气体分区系统还包括所述的第三空间130,第三空间130连通有第三进气管140,用于向第三空间130内通入反应气或保护气,也即向第二空间70内通入反应气或保护气。则当由第三进气管140向第三空间130内通入反应气或保护气时,反应气或保护气先经过微孔过滤内筒120的过滤再进入微孔过滤内筒120所围成的内部空间,气流速度得以减缓,由于样品支撑杆80的上部位于微孔过滤内筒120内,则可减小气流对样品支撑杆80的冲击,防止晃动对称重系统30的测量准确性的不利影响。

[0025] 此时由于设置有微孔过滤内筒120,生成气主要位于微孔过滤内筒120所围成内部空间内,同样为防止生成气的气体反流,具体是防止其反流至微孔过滤内筒120外部,优选地,第三空间130的气体压力大于微孔过滤内筒120所围成的内部空间的气体压力。即通过控制进入第三空间130内的气体的压力,进一步避免了生成气的损失。

[0026] 为了对第二空间70内的生成气进行集中收集,以便于下一步的分析,第二空间70的上部连接有出气通道150,用于排出反应生成气,出气通道150可连接石英管,用于收集反应生成气,本实施例中,出气通道150具体连通微孔过滤内筒120所围成内部空间。

[0027] 另外,由于第二空间70的盖体72与反应室罩体71的配合面之间通常采用磨口及类似密封结构,受试验产物(如焦油等)或多次取放物料重复操作后,盖体72与反应室罩体71之间会密封不严,从而产生漏气,即第二空间70内的生成气会从盖体72与反应室罩体71之间跑出至第二空间70外部,使得并非全部的生成气均从出气通道150排出收集,即会有部分生成气损失掉。为解决此问题,本实施例中微波谐振腔10内还设有第四空间170,气体分区系统同样还包括第四空间170,第四空间170为微波谐振腔10的腔壳13(金属件)与反应室罩体71之间的区域,第四空间170连通有第四进气管180,用于向第四空间170内通入保护气,同理,通入保护气后应保证第四空间170的保护气压力大于第二空间70内的气体压力,即由于第四空间170内的气体压力大,则可以阻止第二空间70内的气体由于反应室罩体71与盖体72之间配合不严而产生的漏气,进一步避免损失生成气。具体地,对于第二空间70内高温处理的样品,比如烧结、燃烧等,第四空间170可设置保温层来隔绝微波谐振腔10内外温度,若样品进行低温处理,比如仅用于加热水分等,可无需设置保温层,第四空间170仅为空气层即可。

[0028] 综上所述,本实施例微波热重分析装置,通过设置多个空间,即第一空间100、第二空间70、第三空间130以及第四空间170,第一空间100、第三空间130、第四空间170空间均连接各自的气路,即第一进气管220、第三进气管140、第四进气管180,在装置使用时通过控制各空间的气体压力,可由如图1中所示的气量表240手动或自动控制,保证第一空间100的气体压力大于第二空间70内的气体压力,第三空间130的气体压力大于第二空间70内的气体压力,第四空间170的保护气压力大于第二空间70内的气体压力,实现气体压力分区设计,可以实现各空间气体不同压力控制,实现操作者对各空间气氛流动路径的控制,从而保证对第二空间70内生成气的生成量控制,尽可能地减少生成气的损失,保证分析时结果的准确性。

[0029] 微波热重分析装置,其温度测定系统通常选用红外测温,现有技术中,若避免设置红外探头处漏气,通常在反应室壁上红外测温通孔上设置红外玻璃密封,这样一方面由于玻璃的阻隔,会影响红外探头的测量精度和测量范围,另一方面红外玻璃受反应室内部气体(如焦油等)的污染,也会导致红外探头测温不准。为解决此问题,本实施例中,参见图4,温度测定系统40包括红外测温探头41、石英管42和具有三个通路的三通支架43,三通支架43固设在微波谐振腔10的腔壳13外侧,红外测温探头41的探头端插设在三通支架43的第一个通路内,石英管42的外端插设在三通支架43的第二个通路内,三通支架43的第三个通路连接有第四进气管230,用于在测温时向三通支架43内部通入保护气;石英管42的内端伸入第二空间70内,且红外测温探头41的轴线与石英管42的轴线在同一直线上,且红外测温探头41的探头端与石英管42的外端存在间隙44,第四进气管230正对该间隙44。即通过一石英

管42将红外测温探头41移至微波谐振腔10外部,由石英管42伸入第二空间内部,无需设置红外玻璃片,由红外测温探头41对准石英管42内部,进而对准第二空间70内,直接对第二空间70内的气体进行测温,保证了测量的精度和范围;且测温时,由第四进气管230向三通支架43内部通入保护气,保护气进而进入石英管42内,一方面可以阻止反应气反流污染红外测温探头41,同时,保护气流可以冲洗红外测温探头41,保持探头清洁,即无需设置红外玻璃片,也可以保证测温探头41的清洁,进而保证其测量精度。

[0030] 由于称重系统30的调平对其测量精度至关重要,为方便称重系统30的随时调平,本实施例中微波热重分析装置还包括称重调平系统,具体地,如图5和图3所示,称重调平系统包括连接在壳体框架60底面上的多个高度可调脚轮190、已预先校正水平度平行的第一水泡/气泡水平尺200和第二水泡/气泡水平尺210;第一水泡/气泡水平尺200水平安装在罩底板91上,第二水泡/气泡水平尺210在校正其与第一水泡/气泡水平尺200的水平度平行时水平放置在称重系统30上;壳体框架60上设有可观察到第一水泡/气泡水平尺200的观察孔61,如图1所示,可在观察孔61上安装玻璃晶片,以保护内部结构。称重调平系统的调平原理是:第一水泡/气泡水平尺200和第二水泡/气泡水平尺210已预先校正水平度,由于称重系统30在保护罩体90内部,则在设备装配过程中进行称重系统30的调平校正,具体地,将第二水泡/气泡水平尺210水平放置在称重系统30上,观察第一水泡/气泡水平尺200和第二水泡/气泡水平尺210,若其不同时显示水平,则通过调整高度可调脚轮190使二者同时显示水平,当二者同时显示水平时,表明称重系统30已调平,第一水泡/气泡水平尺200和第二水泡/气泡水平尺210已校正,此时可撤掉第二水泡/气泡水平尺210,继续设备的装配,当设备装配完成后,由于第一水泡/气泡水平尺200和第二水泡/气泡水平尺210已校正,则使用时,只需观察第一水泡/气泡水平尺200即可,若其不处于水平,通过调整高度可调脚轮190使其水平,则称重系统30相应已调平。本实施例通过设置称重调平系统,保证了称重系统30的测量准确性,且调平操作简单方便。

[0031] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非是对本发明作其它形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例。但是凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明技术方案的保护范围。

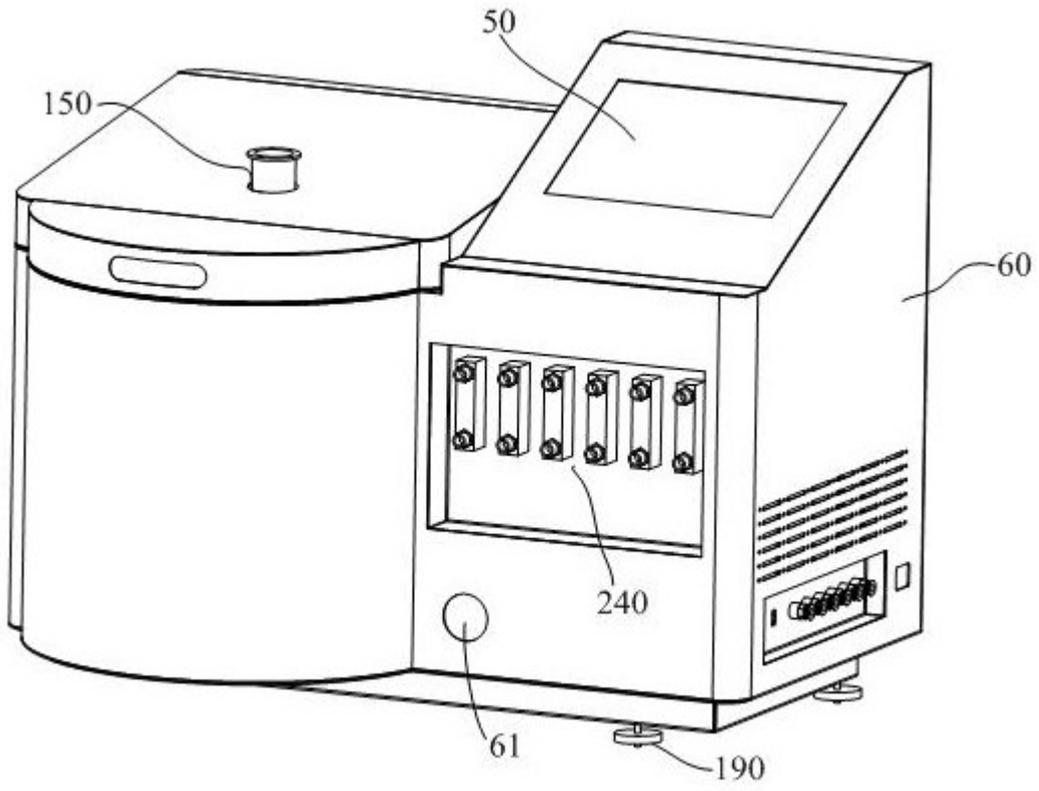


图1

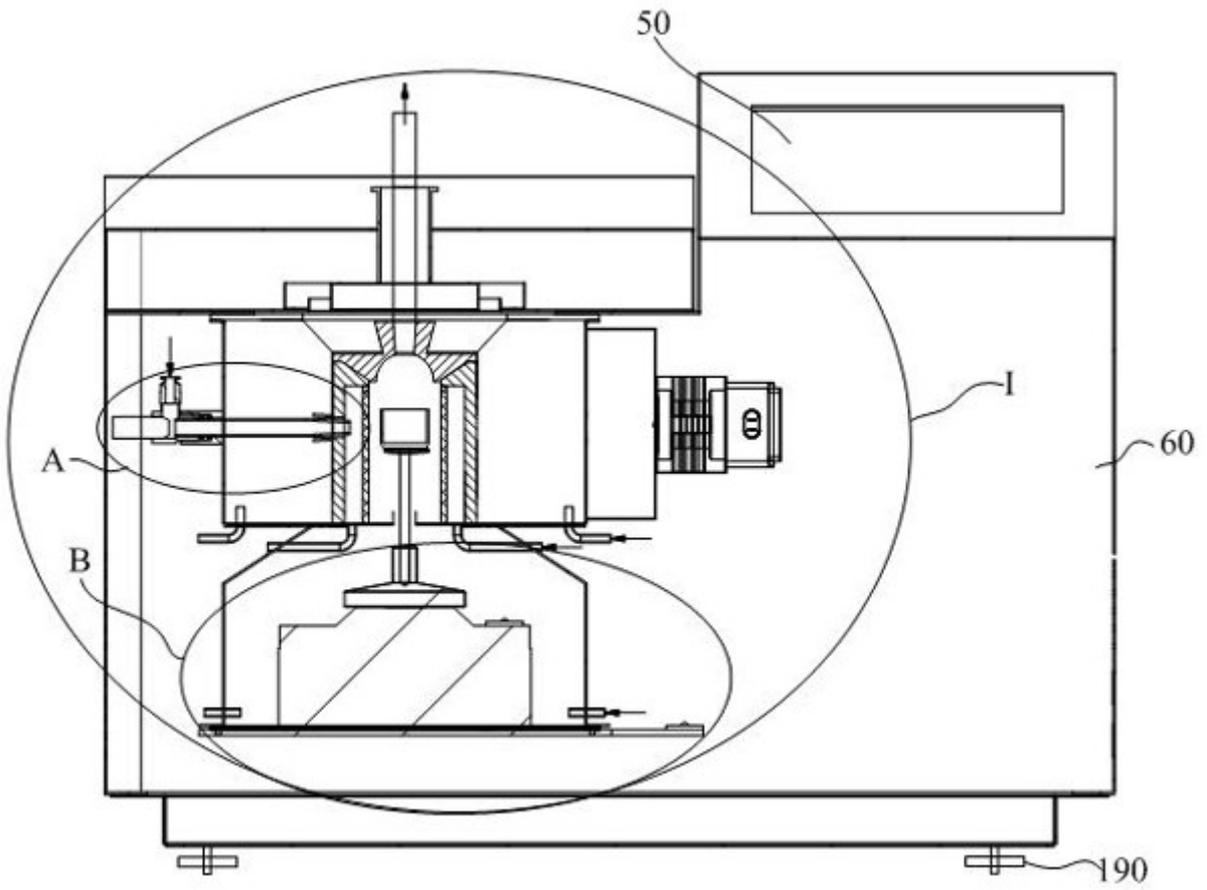


图2

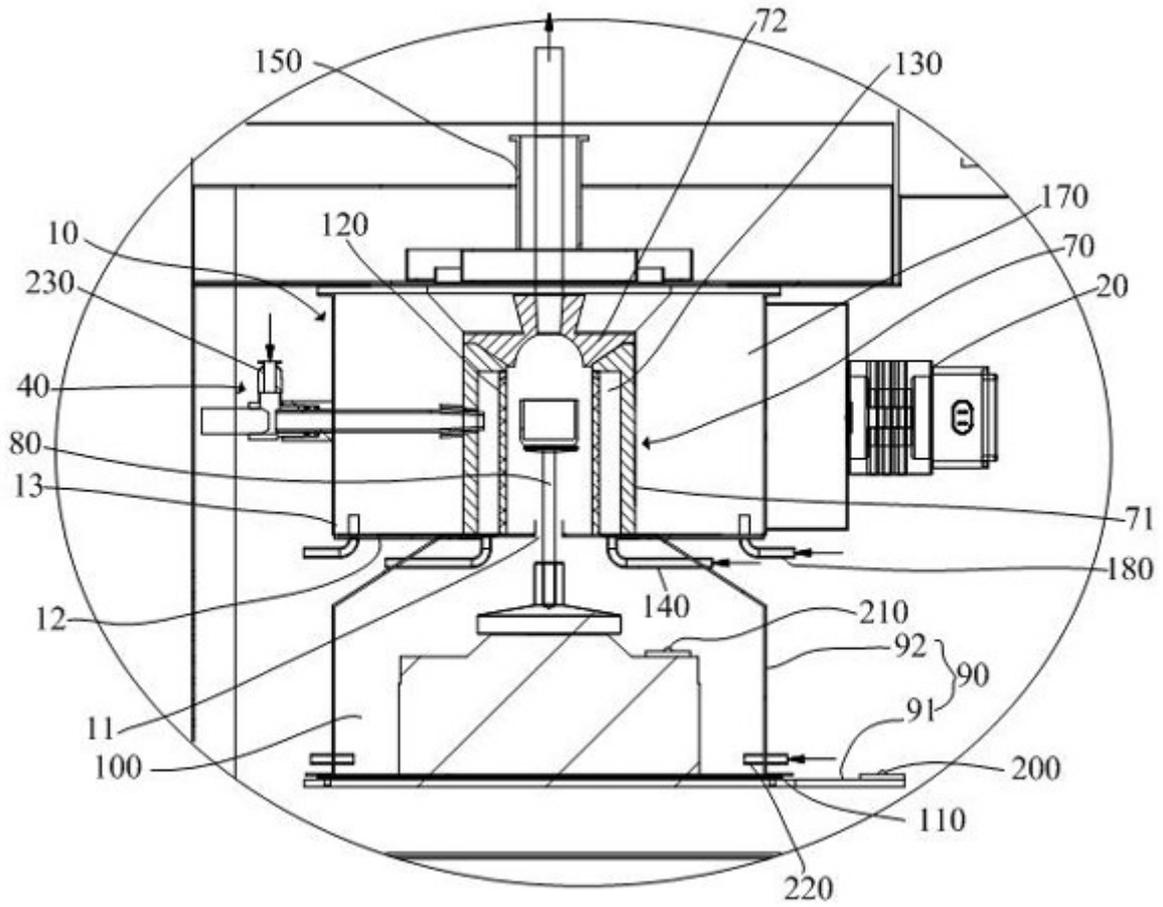


图3

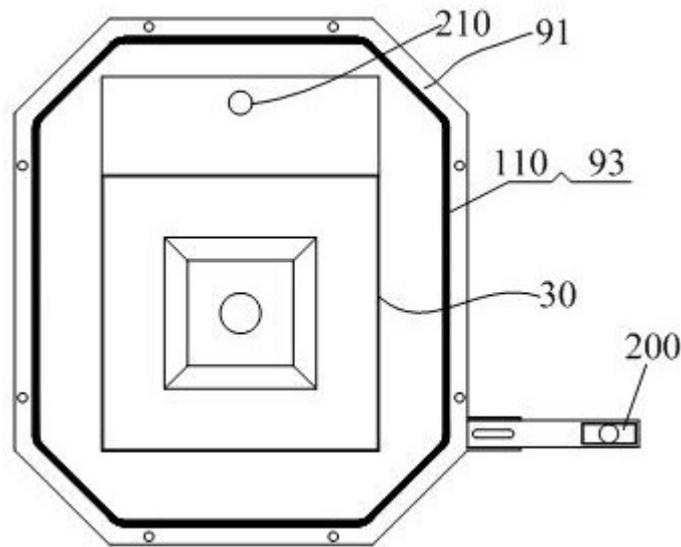


图4

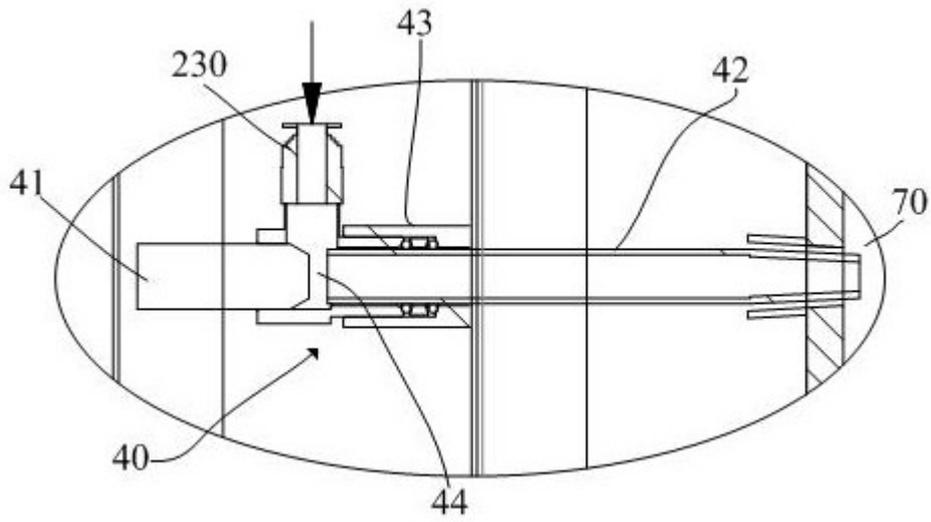


图5

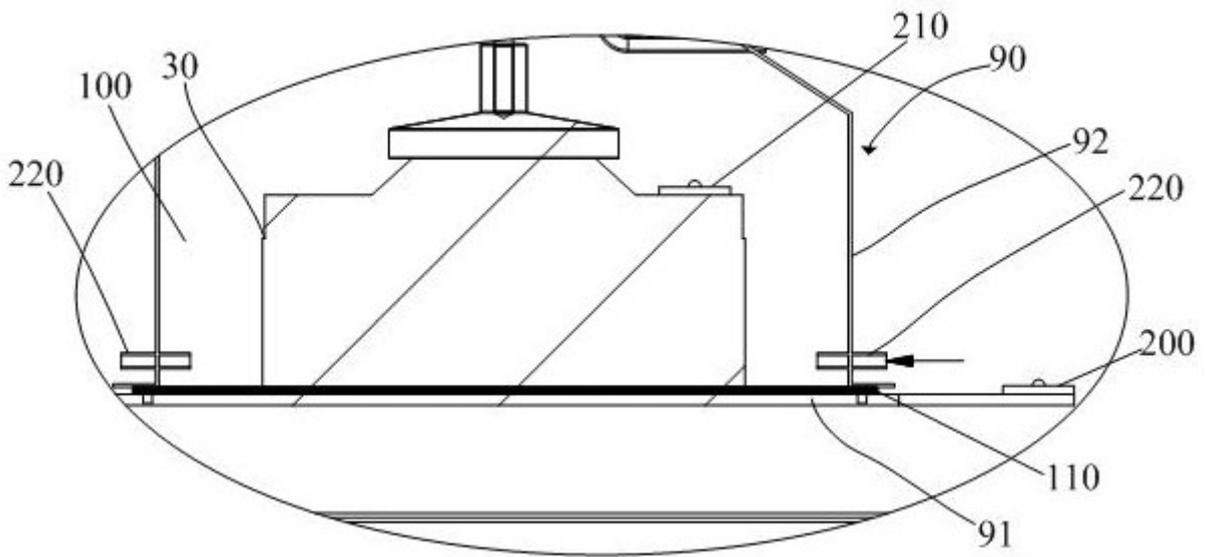


图6