



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105259018 B

(45)授权公告日 2018.04.03

(21)申请号 201510746004.9

G01N 15/08(2006.01)

(22)申请日 2015.11.05

G01N 25/20(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G01N 21/84(2006.01)

申请公布号 CN 105259018 A

G01N 27/04(2006.01)

(43)申请公布日 2016.01.20

G01N 29/04(2006.01)

G01B 21/32(2006.01)

(73)专利权人 西南石油大学

审查员 耿青梅

地址 610500 四川省成都市新都区新都镇
新都大道8号

(72)发明人 陈一健 郭平 赵军 张伦平
许秀彬

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理
有限公司 11246

代理人 裴娜

(51)Int.Cl.

G01N 3/00(2006.01)

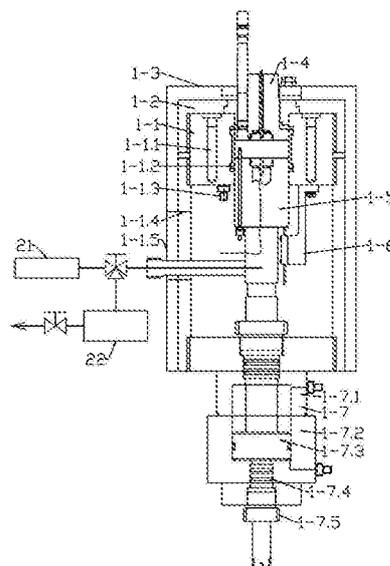
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置

(57)摘要

本发明涉及一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置,所述测试装置包括高压反应系统、低温冷却系统、参数测试系统和数据采集系统;高压反应系统包括反应夹持器、抽真空系统、天然气供给系统、盐水供给系统、可视化系统和出入口计量室。本发明不仅能模拟天然气水合物的合成与分解,还能测试天然气水合物声波、电阻、力学、合成速度、分解气体量、孔隙度、渗透率、热导率等多种参数,其中力学参数不仅是由声波测试值计算得到的动态杨氏模量和泊松比,还包括直接测量得到其静态值及水合物的抗压强度;该装置还能实现可视化和快速取心的功能。



1. 一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,所述测试装置包括高压反应系统、低温冷却系统、参数测试系统和数据采集系统;

高压反应系统包括反应夹持器、抽真空系统、天然气供给系统、盐水供给系统、可视化系统和出入口计量室;低温冷却系统由低温水浴槽和安装在夹持器上的岩心制冷系统组成;参数测试系统由径向形变测量系统、轴向形变测量系统、电阻测量系统、超声波测量系统、温度检测系统、水相计量装置、气相计量装置和总气量计量装置组成;高压反应系统中的反应夹持器、参数测试系统和数据采集系统均安装在仪器柜内;

反应夹持器由高压釜体、轴压系统、保温系统、绝缘上柱塞和可动下柱塞组成;

轴压系统包括轴压活塞、轴压活塞缸体和轴压活塞端盖,轴压活塞通过上下端压帽安装在轴压系统中,轴压活塞与轴压活塞缸体和轴压活塞端盖之间安装有密封圈,轴压活塞缸体上设置有轴压活塞卸压端口,轴压活塞端盖上设置有轴压活塞加压端口,轴压活塞卸压端口和轴压活塞加压端口与轴压换向阀相连接。

2. 如权利要求1所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,高压釜体内部设置有岩心制冷系统、围压系统,釜体内壁安装有自密封胶套。

3. 如权利要求1所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,绝缘上柱塞由声波发射探头、柱塞基体、绝缘件、连接件和法兰组成;柱塞基体上设置有两管线,其中一个用于安装入压传感器,一个用作流体入口;柱塞基体上还钻有两对称通孔,用于安装摄像机;绝缘上柱塞通过四颗螺钉连接在釜体上端旋盖上;绝缘上柱塞的流体入口管线与入口计量室相连接。

4. 如权利要求1所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,高压釜体和轴压系统通过连接套连接,高压釜体和连接套外面包裹有保温套。

5. 如权利要求1所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,可动下柱塞与轴压活塞相连接,可动下柱塞的出口管线通过下柱塞测压连接杆与出口计量室和出压传感器相连接,可动下柱塞上设置有内温检测系统和轴向形变传感器,轴向形变传感器通过固定架固定在高压釜体上。

6. 如权利要求1-5任一所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,抽真空系统、天然气供给系统和盐水供给系统通过五通换向阀与入口计量室相连接。

7. 如权利要求1-5任一所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,围压系统与高压釜体和轴压换向阀相连接;径向形变测量系统、轴向形变测量系统、电阻测量系统、超声波测量系统、温度检测系统通过测试线路与高压反应系统相连接。

8. 如权利要求1-5任一所述的天然气水合物合成与分解多参数测试装置,其特征在于,水相计量装置和气相计量装置相连接,水相计量装置与回压系统相连接;入口计量室和出口计量室中均设置有已知体积的标准模块。

一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及工业测试设备,具体涉及一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置。

背景技术

[0002] 天然气水合物作为一种潜在的优质、清洁能源,在全球范围储量大、分布广,日益受到各国政府和科研人员的重视,已成为能源和资源领域的一大研究热点。

[0003] 天然气水合物,又称笼形包合物,它是在一定条件(合适的温度、压力、气体饱和度、水的盐度、pH值等)下由水和天然气组成的类冰的、非化学计量的、笼形结晶化合物,其遇火即可燃烧,又被称为“易燃冰”或“可燃冰”。水合物沉积物是指蕴含水合物的粘土、砂以及混合土等土质的沉积物质,其力学性质是水合物底层稳定性分析及水合物开发评价、资源评估的重要基础参数。采用现有技术进行水合物沉积物现场取心尚不够成熟,各国学者对其力学性质的研究主要是通过室内试验制备模拟水合物沉积物来实现。因此,天然气水合物的合成与分解实验研究,以及天然气水合物力学等参数的研究势在必行。而为了能够有效模拟天然气水合物的合成与分解以及测试天然气水合物力学等参数,很有必要研发出一套苛刻的水合物实验装置,为此,各国科研人员付出了巨大努力,并取得了一定成果。

[0004] 在现有技术中,天然气水合物的合成与分解主要有两种方法,一是在水溶液中进行,二是在多孔介质中进行,而在多孔介质中进行天然气水合物的合成和分解实验研究更接近实际水合物藏的情况,可以为今后天然气水合物藏的开采提供数据。已公布的技术专利中,天然气水合物实验装置已经可以实现在多孔介质中合成和分解天然气水合物,一些装置还能实现实时监测天然气水合物合成与分解过程,或者对天然气水合物某些参数(如声学、电学、力学等)进行测试。但是很多装置都是只针对某一具体研究目标来设计建立的,功能比较单一。

[0005] CN2014203755687.0公布了含天然气水合物岩样的生成及声电特性测试一体化装置,其装置可在柱塞岩样中生成天然气水合物,并可实现模拟多相流体状态下的声波速度和电阻率动态监测。但其天然气水合物岩样生成装置为在储液罐中通过搅拌器将盐水和甲烷气体混合溶解,在将混合溶解后的溶液注入岩心筒,其生成的水合物岩样中含气量有限,不能很好模拟水合物沉积物实际情况。并且该装置的岩心筒完全置于控温浴槽中,不能快速拆卸取样;该装置也不能测试水合物力学参数。CN201310225265.7公布了天然气水合物沉积物动三轴力学-声学-电学同步测试的实验装置及方法,其装置可对天然气水合物动三轴力学及声波、电学特性同步测试。其力学主要通过声波测试值计算弹性模量和动态泊松比,不能直接反应天然气水合物的抗压强度等性质。CN20102025306.3公布了天然气水合物力学性能实验装置,其装置的三轴仪上端安装有特殊设计的加载杆,加载杆与力传感器相连,还可安装时域反射探针,反应室内设有热电阻。但该装置不能测试天然气水合物的声学和电学性能。

[0006] 综上所述,已公布的天然气水合物实验装置的综合性不够强,存在较多测试不便。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术中的缺陷,设计一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置,该装置不仅能模拟天然气水合物的合成与分解,还能测试天然气水合物声波、电阻、力学、合成速度、分解气体量、孔隙度、渗透率、热导率等多种参数,其中力学参数不仅是由声波测试值计算得到的动态杨氏模量和泊松比,还包括直接测量得到其静态值及水合物的抗压强度;该装置还能实现可视化和快速取心的功能。

[0008] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案是一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置,所述测试装置包括高压反应系统、低温冷却系统、参数测试系统和数据采集系统;

[0009] 高压反应系统包括反应夹持器、抽真空系统、天然气供给系统、盐水供给系统、可视化系统和出入口计量室;低温冷却系统由低温水浴槽和安装在夹持器上的岩心制冷系统组成;参数测试系统由径向形变测量系统、轴向形变测量系统、电阻测量系统、超声波测量系统、温度检测系统、水相计量装置、气相计量装置和总气量计量装置组成;高压反应系统中的反应夹持器、参数测试系统和数据采集系统均安装在仪器柜内。

[0010] 优选的,反应夹持器由高压釜体、轴压系统、保温系统、绝缘上柱塞和可动下柱塞组成。

[0011] 优选的,高压釜体内部设置有岩心制冷系统、围压系统,釜体内壁安装有自密封胶套,既可用于对水合物样品加围压,也可用于测水合物径向形变。

[0012] 优选的,轴压系统包括轴压活塞、轴压活塞缸体和轴压活塞端盖,轴压活塞通过上下端压帽安装在轴压系统中,轴压活塞与轴压活塞缸体和轴压活塞端盖之间安装有密封圈,轴压活塞缸体上设置有轴压活塞卸压端口,轴压活塞端盖上设置有轴压活塞加压端口,轴压活塞卸压端口和轴压活塞加压端口与轴压换向阀相连接。

[0013] 优选的,绝缘上柱塞由声波发射探头、柱塞基体、绝缘件、连接件和法兰组成;柱塞基体上设置有两管线,其中一个用于安装入压传感器,一个用作流体入口;柱塞基体上还钻有两对称通孔,用于安装摄像机;绝缘上柱塞通过四颗螺钉连接在釜体上端旋盖上;绝缘上柱塞的流体入口管线与入口计量室相连接。

[0014] 优选的,高压釜体和轴压系统通过连接套连接,高压釜体和连接套外面包裹有保温套。

[0015] 优选的,可动下柱塞与轴压活塞相连接,可动下柱塞的出口管线通过下柱塞测压连接杆与出口计量室和出压传感器相连接,可动下柱塞上设置有内温检测系统和轴向形变传感器,轴向形变传感器通过固定架固定在高压釜体上。

[0016] 优选的,抽真空系统、天然气供给系统和盐水供给系统通过五通换向阀与入口计量室相连接。

[0017] 优选的,围压系统与高压釜体和轴压换向阀相连接;径向形变测量系统、轴向形变测量系统、电阻测量系统、超声波测量系统、温度检测系统通过测试线路与高压反应系统相连接。

[0018] 优选的,水相计量装置和气相计量装置相连接,水相计量装置与回压系统相连接;入口计量室和出口计量室中均设置有已知体积的标准模块。

[0019] 本发明的优点和有益效果在于：

[0020] 本发明天然气水合物合成与分解多参数测试装置既可以可控的模拟天然气水合物在多孔介质中的合成与分解，还能测试天然气水合物声波、电阻、力学、合成速度、分解气体量、孔隙度、渗透率、热导率等多种参数，其中力学参数不仅是由声波测试值计算得到的动态杨氏模量和泊松比，还包括直接测量得到其静态值及水合物的抗压强度；

[0021] 本发明入口计量室和出口计量室中均设置有已知体积的标准模块，可控制计量室的大小；通过控制计量室的大小可以控制天然气水合物的合成与分解。

[0022] 本发明中的高压釜体内壁安装有自密封胶套，既可用于对水合物样品加围压，也可用于测水合物径向形变。

[0023] 本发明中的轴压系统的轴压活塞与可动下柱塞相连接，可以推动下柱塞上下移动，既能用于压实装入釜体内的砂以形成饼状多孔介质，也能用于在天然气水合物合成后将天然气水合物样品顶出釜体，实现快速取心的功能。

[0024] 本发明中的可动下柱塞上安装的内温检测系统不仅可以用于检测天然气水合物合成过程中的温度变化，还能用于测试天然气水合物的热导率。

[0025] 本发明绝缘上柱塞上还钻有两对称通孔，用于安装摄像机，以便观察釜体内天然气水合物的合成与分解过程；绝缘上柱塞的流体入口管线与入口计量室相连接。既保证了整个装置的高压功能，又能实现整个实验过程的可视化。

附图说明

[0026] 图1是本发明天然气水合物合成与分解多参数测试装置的结构示意图。

[0027] 图2是本发明中反应夹持器结构示意图。

[0028] 图3是本发明中绝缘上柱塞结构示意图。

[0029] 图1中：1、反应夹持器；2、低温水浴系统；3、径向形变测量系统；4、可视化系统；5、抽真空系统；6、天然气供给系统；7、盐水供给系统；8、电阻测量系统；9、超声波测量系统；10、入口计量室；11、入口压力传感器；12、温度检测系统；13、轴向形变测量系统；14、围压传感器；15、围压系统；16、轴压系统；17、轴压换向阀；18、轴压传感器；19、回压传感器；20、回压系统；21、出口压力传感器；22、出口计量室；23、回压器；24、水相计量装置；25、气相计量装置；26、总气量计量装置；27、储水容器；28、绝缘接头；29、五通换向阀。

[0030] 图2中：1-1高压釜体：1-1.1岩心制冷系统、1-1.2自密封胶套、1-1.3围压系统、1-1.4连接套、1-1.5保温套；1-2釜体上端旋盖；1-3保温系统；1-4绝缘上柱塞；1-5可动下柱塞；1-6轴向形变测量系统；1-7轴压系统：1-7.1活塞缸、1-7.2活塞旋盖、1-7.3活塞、1-7.4密封部件、1-7.5压帽。

[0031] 图3中：1-4.1声波发射探头、1-4.2柱塞基体、1-4.3/1-4.5绝缘件、1-4.4连接件、1-4.6法兰、1-4.7可视系统和透镜、1-4.8流体入口、1-4.9螺钉。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0033] 实施例1

[0034] 如图1所示,本实施例为一种天然气水合物合成与分解多参数测试装置,包括高压反应系统、低温冷却系统、参数测试系统和数据采集系统4部分组成。其中高压反应系统包括反应夹持器、抽真空系统、天然气供给系统、盐水供给系统、可视化系统及出入口计量室;低温冷却系统由低温水浴槽和安装在特制夹持器上的岩心制冷系统组成;参数测试系统由径向形变测量系统、轴向形变测量系统、电阻测量系统、超声波测量系统、温度检测系统、水相计量装置、气相计量装置和总气量计量装置组成,可测定水合物温度、热导率、压力、孔隙度、渗透率、声波、电阻率、径向形变、轴向形变等多种参数。高压反应系统中的反应夹持器、参数测试系统和数据采集系统均安装在特制仪器柜内。

[0035] 高压反应系统包括反应夹持器、抽真空系统、天然气供给系统、盐水供给系统、可视化系统及出入口计量室。反应夹持器的结构如图2所示,反应夹持器由高压釜体1-1、釜体上端旋盖1-2、保温系统1-3、绝缘上柱塞1-4、可动下柱塞1-5和轴压系统组成1-6。高压釜体内部设置有岩心制冷系统1-1.1、围压系统1-1.3;高压釜体内壁安装有自密封胶套1-1.2,既可用于对水合物样品加围压,也可用于测水合物径向形变。轴压系统包括轴压活塞缸体1-6.1、轴压活塞端盖1-6.2和轴压活塞1-6.3,轴压活塞通过上下端压帽1-6.5安装在轴压系统中,轴压活塞与轴压活塞缸体和轴压活塞端盖之间安装有密封圈1-6.4,轴压活塞缸体上设置有轴压活塞卸压端口,轴压活塞端盖上设置有轴压活塞加压端口,轴压活塞卸压端口和轴压活塞加压端口与轴压换向阀相连接,轴压换向阀可控制轴压活塞的上下移动。高压釜体通过连接套1-1.4与轴压系统相连接,高压釜体和连接套外包裹有保温套1-1.5,以减小高压反应系统的温度波动。

[0036] 本实施例中的绝缘上柱塞的结构见图3,由声波发射探头1-4.1、柱塞基体1-4.2、绝缘件1-4.3/1-4.5、连接件1-4.4和法兰1-4.6组成,柱塞基体上设置有两管线,一个用于安装入压传感器,一个用作流体入口1-4.6;柱塞基体上还钻有两对称通孔,用于安装摄像机1-4.7和透镜,以便观察釜体内天然气水合物的合成与分解过程;绝缘上柱塞通过四颗螺钉1-4.9连接在釜体上端旋盖上,绝缘上柱塞可随釜体上端旋盖的旋转做上下移动,但不会随着釜体上端旋盖旋转;绝缘上柱塞的流体入口1-4.8管线与入口计量室相连接。可动下柱塞与轴压活塞相连接,在轴压活塞的带动下,可上下移动;可动下柱塞的出口管线通过下柱塞测压连接杆与出口计量室和出压传感器相连接;连接套和保温套上均开有通孔,以便可动下柱塞的出口管线能通过下柱塞测压连接杆伸向釜体外与出口计量室和出压传感器相连接,且保证在取心过程中可动下柱塞在轴压活塞的带动下向上移动顶出釜体内的水合物岩样;可动下柱塞上设置有内温检测系统和轴向形变传感器,轴向形变传感器通过固定架固定在高压釜体上。绝缘上柱塞和可动下柱塞上均安装有声波探头;在高压釜体内通过绝缘上柱塞、可动下柱塞和轴压系统可制作用于合成天然气水合物的多孔介质,所制作的多孔介质为饼状,上下柱塞的声波发射探头尺寸小于饼状多孔介质的尺寸,避免超声波信号通过高压釜体内壁绕射而使超声波接收端先接收到此信号,导致超声波测试错误。

[0037] 抽真空系统、天然气供给系统和盐水供给系统通过五通换向阀与入口计量室相连接。围压系统与高压釜体和轴压换向阀相连接,既可以给高压釜体加围压,也可给轴压系统加压。径向形变测量系统、轴向形变测量系统、电阻测量系统、超声波测量系统、温度检测系统等参数测试系统通过测试线与高压反应系统相连接,并与数据采集系统相连接。水相计量装置和气相计量装置相连接,水相计量装置与回压系统相连接,可用于多孔介质及水合

物的孔隙度和渗透率的测试。入口计量室和出口计量室中均设置有已知体积的标准模块，可控制计量室的大小。高压反应系统中的反应夹持器、参数测试系统和数据采集系统均安装在特制仪器柜内，特制仪器柜面板上设置有各个设备的控制开关，以便操作人员操作。

[0038] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

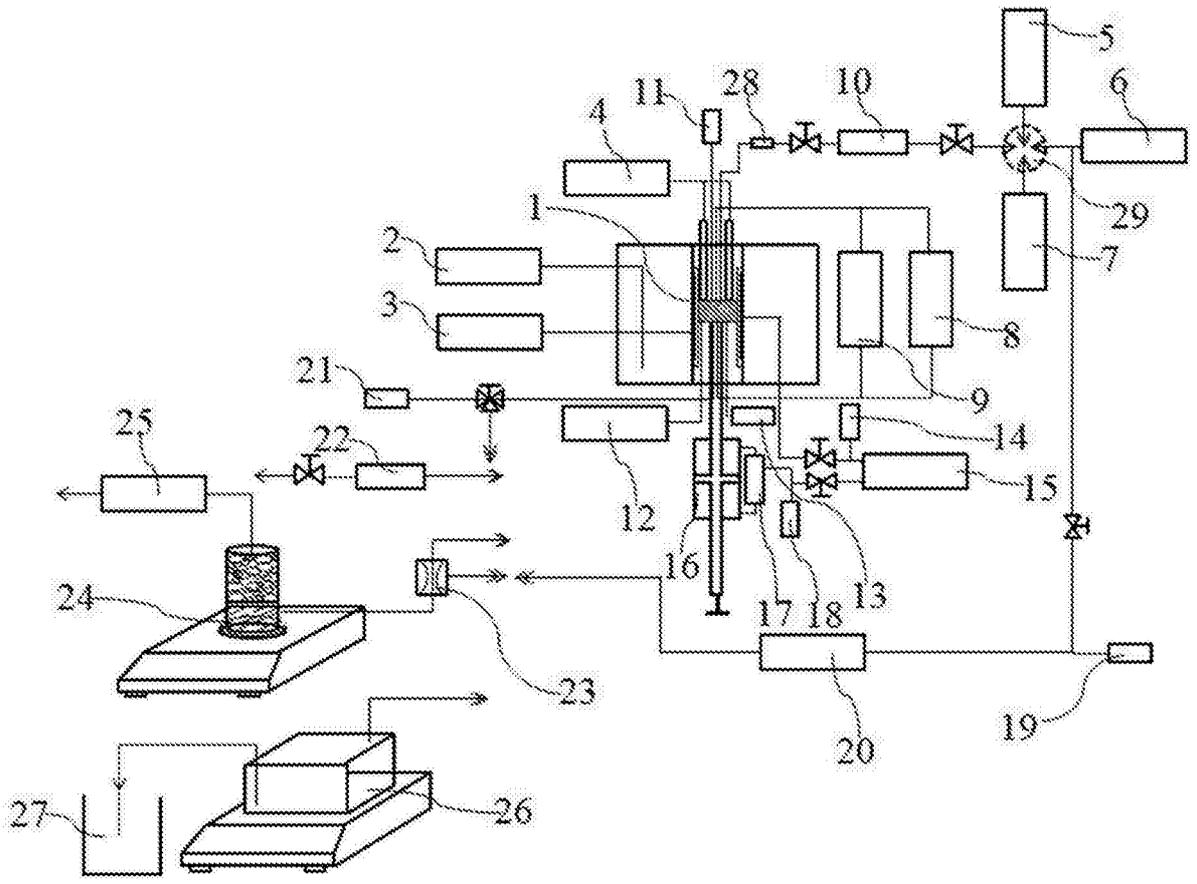


图1

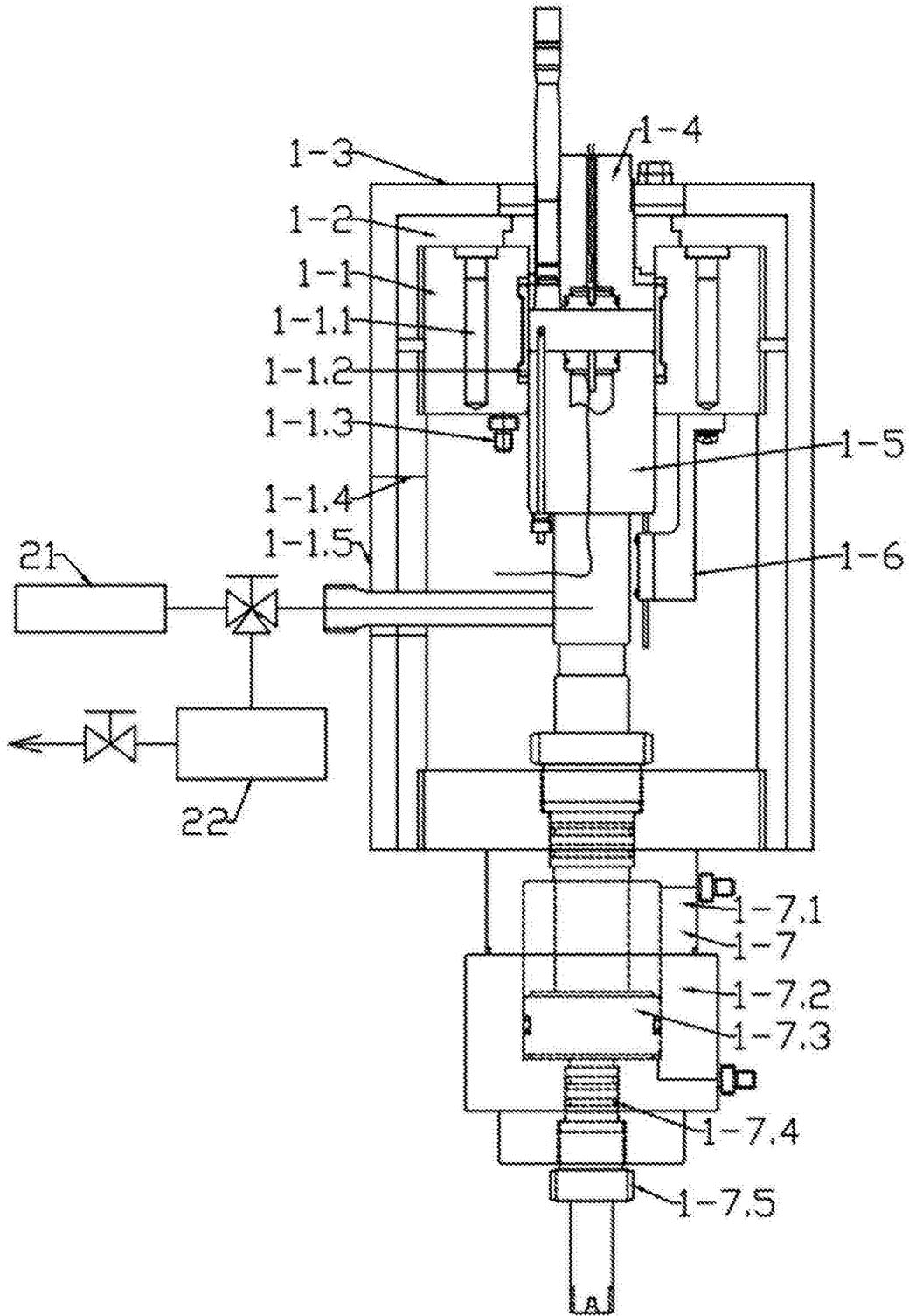


图2

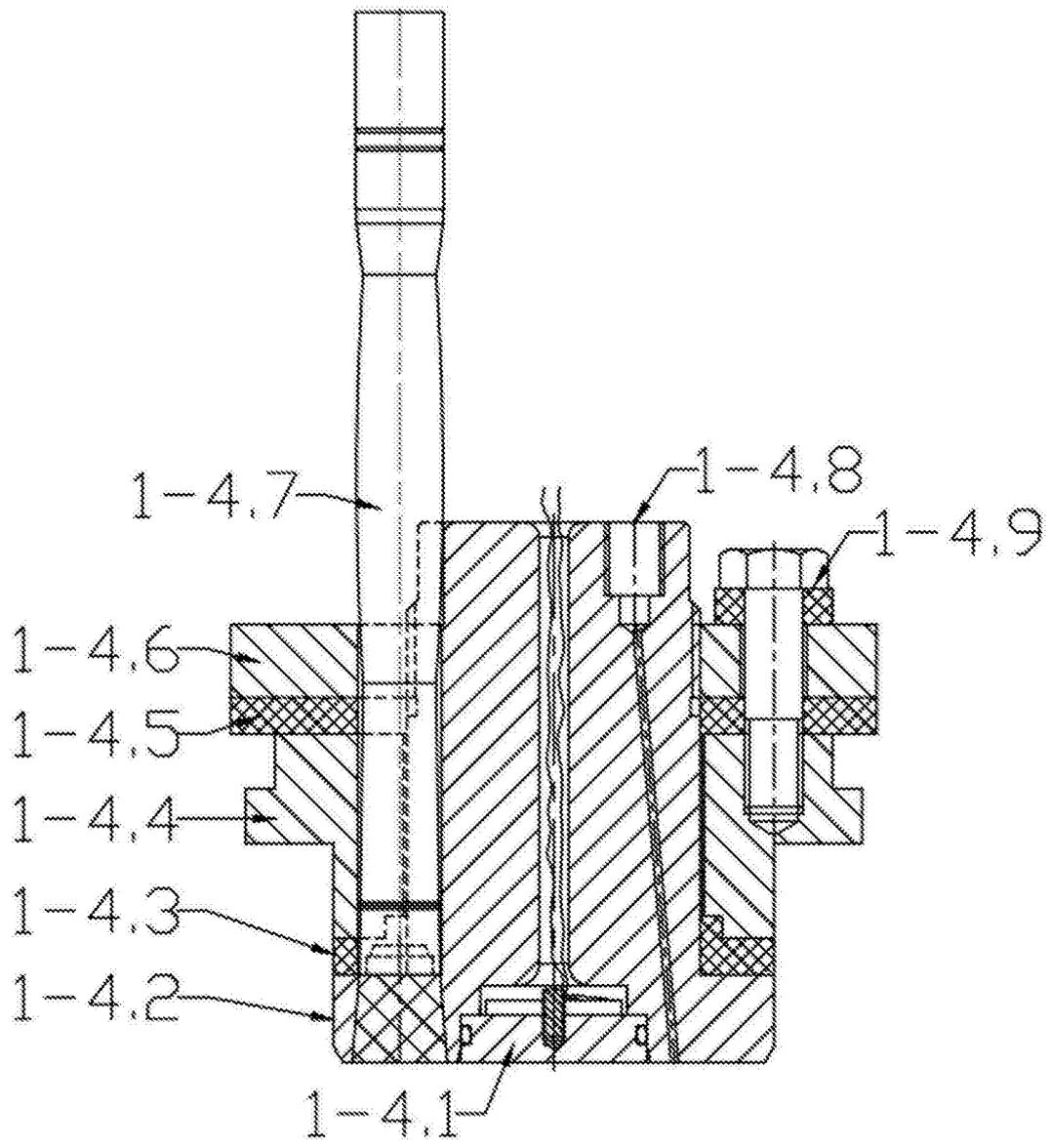


图3