



# [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 03241094.8

[45] 授权公告日 2004 年 8 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 2633414Y

[22] 申请日 2003.4.1 [21] 申请号 03241094.8  
 [73] 专利权人 中国地质大学(武汉)  
 地址 430074 湖北省武汉市洪山区鲁磨路 388 号中国地质大学(武汉)  
 [72] 设计人 蒋国盛 吴翔 窦斌 汤凤林  
 宁伏龙 曾继田

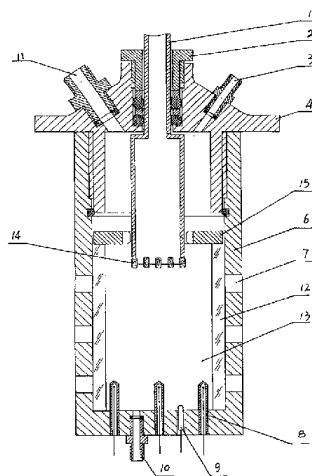
[74] 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司  
 代理人 胡建平

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称 天然气水合物综合试验用反应釜

### [57] 摘要

本实用新型涉及一种反应釜。天然气水合物综合试验用反应釜，它包括上盖、缸体、温度传感器、压力传感器，上盖(4)上设有分解气体出口(3)、泥浆及气体出口(11)，缸体(6)上设有透明观察窗(7)、温度传感器(8)、压力传感器(9)、进气口(10)，缸体(6)内为反应腔(13)，上盖(4)与缸体(6)密封式固定连接；其特征是上盖(4)上开有钻杆孔，钻杆(1)穿过钻杆孔，钻杆(1)与上盖(4)由动密封组件(2)相连接，钻杆(1)的一端与钻具(14)相连接并位于反应腔(13)内，另一端与微型钻机相连接。本实用新型在用于模拟合成研究或分解试验研究的同时，还可用于钻探(井)控制和开采方法等研究的试验手段。



1、天然气水合物综合试验用反应釜，它包括上盖、缸体、温度传感器、压力传感器，上盖（4）上设有分解气体出口（3），缸体（6）上设有透明观察窗（7）、温度传感器（8）、压力传感器（9）、进气口（10），缸体（6）内为反应腔（13），上盖（4）与缸体（6）密封式固定连接；其特征是上盖（4）上开有泥浆及气体出口（11）、钻杆孔，钻杆（1）穿过钻杆孔，钻杆（1）与上盖（4）由动密封组件（2）相连接，钻杆（1）的一端与钻具（14）相连接并位于反应腔（13）内，另一端与微型钻机相连接。

2、根据权利要求1所述的天然气水合物综合试验用反应釜，其特征是所述的上盖（4）与缸体（6）由箍（5）密封式固定连接。

3、根据权利要求1所述的天然气水合物综合试验用反应釜，其特征是所述的温度传感器（8）为2-6个。

4、根据权利要求1或3所述的天然气水合物综合试验用反应釜，其特征是所述的温度传感器（8）为3个。

5、根据权利要求1所述的天然气水合物综合试验用反应釜，其特征是所述的透明观察窗（7）为2-6个。

6、根据权利要求1或5所述的天然气水合物综合试验用反应釜，其特征是所述的透明观察窗（7）为2个。

7、根据权利要求1所述的天然气水合物综合试验用反应釜，其特征是所述的反应腔（13）内壁设有一层人工透明晶体（12），扶正器（15）位于人工透明晶体（12）上。

## 天然气水合物综合试验用反应釜

### 技术领域

本实用新型涉及一种反应釜，具体地讲涉及一种天然气水合物综合试验用反应釜。

### 背景技术

天然气水合物钻探和开发是一个全新的研究领域，它作为新型燃料具有巨大的资源潜力、作为临界状态物质是水下地质灾害的潜在诱因、作为有机碳库对全球气候变化具有重要影响。目前，国内外的实验装置功能都是比较单一的，主要用于模拟合成研究，没有可用于钻探（井）控制和开采方法等研究的试验手段。

反应釜是从事天然气水合物各种研究的必备的核心装置。通过检索“中文科技期刊数据库”、“CNKI 期刊网”、“yahoo”等系统仅发现具有单一功能的反应釜，主要用于模拟合成研究或分解试验研究，没有可用于钻探（井）控制和开采方法等研究的试验手段，更没有同时能满足上述三方面要求的反应釜。

### 实用新型内容

针对上述不足，本实用新型的目的在于提供一种具有多种功能的天然气水合物综合试验用反应釜。

为了实现上述目的，本实用新型的技术方案是：天然气水合物综合试验用反应釜，它包括上盖、缸体、温度传感器、压力传感器，上盖 4 上设有分解气体出口 3，缸体 6 上设有透明观察窗 7、温度传感器 8、压力传感器 9、进气口 10，缸体 6 内为反应腔 13，上盖 4 与缸体 6 密封式固定连接；其特征是上盖 4 上开有泥浆及气体出口 11、钻杆孔，钻杆 1 穿过钻杆孔，钻杆 1 与上盖 4 由动密封组件 2 相连接，钻杆 1 的一端与钻具 14 相连接并位于反应腔 13 内，另一端与微型钻机相连接。

所述的上盖 4 与缸体 6 由箍 5 密封式固定连接。

所述的温度传感器 8 为 2-6 个。

所述的温度传感器 8 为 3 个。

所述的透明观察窗 7 为 2-6 个。

所述的透明观察窗 7 为 2 个。

所述的反应腔 13 内壁设有一层人工透明晶体 12，扶正器 15 位于人工透明晶体 12 上。

本实用新型采用设钻杆，其一端位于反应腔 13 内，另一端与微型钻机相连接。反应釜上盖通过钻杆接微型钻机，微型钻机在合成天然气水合物时用作搅拌釜内物质，钻进实验时可实施回转钻进实验，并送入冲洗液。反应釜温度的保持、升降可通过高低温实验箱实施。反应釜底部可安装三个温度传感器，用以检测釜内径向温度。可通过反应釜的观察窗口，用自带光源的光学放大成像系统，来观察水合物的合成与分解，并将观察到的情况通过显微摄像放大后直接存储在计算机的硬盘。

本实用新型在用于模拟合成研究或分解试验研究的同时，还可用于钻探（井）控制和开采方法等研究的试验手段。本实用新型具有如下功能：

- 1、可用于纯天然气水合物和模拟实际矿层天然气水合物合成试验；
- 2、可用于纯天然气水合物和模拟实际矿层天然气水合物分解试验；
- 3、可用于天然气水合物钻进过程控制试验；
- 4、通过试验 1、2、3 可对天然气水合物开采方法进行研究；
- 5、通过试验 1、2、3 可对钻进管道和输油气管道中形成水合物的防止方法进行研究；

6、通过 1、2 可研究天然气的储运技术。

#### 附图说明

图 1 是本实用新型结构示意图

图 2 是本实用新型外形图

图 3 是本实用新型的缸体和上盖结构示意图

其中 1-钻杆、2-动密封组件、3-分解气体出口、4-上盖、5-箍、6-缸体、7-透明观察窗、8-温度传感器、9-压力传感器、10-进气口、11-泥浆及气体出口、12-人工透明晶体、13-反应腔、14-钻具、15-扶正器。

#### 具体实施方式

如图 1、图 2 所示，天然气水合物综合试验用反应釜，它包括上盖、缸体、温度传感器、压力传感器，上盖 4 上设有分解气体出口 3，缸体 6 上设有透明观察窗 7、温度传感器 8、压力传感器 9、进气口 10，缸体 6 内为反应腔 13，上盖 4 与缸体 6 密封式固定连接；其特征是上盖 4 上开有泥浆及气体出口 11、钻杆孔，钻杆 1 穿过钻杆孔，钻杆 1 与上盖 4 由动密封组件 2 相连接，钻杆 1 的一端与钻具 14 相连接并位于反应腔 13 内，另一端与微型钻机相连接。

如图 2、图 3 所示，所述的上盖 4 与缸体 6 由箍 5 密封式固定连接。所述的温度传感器 8 为 3 个。所述的透明观察窗 7 为 2 个。所述的缸体 6 的透明观察窗 7 外设有显微摄像头。

如图 1 所示，所述的反应腔 13 内壁设有一层人工透明晶体 12，扶正器 15 位于人工透明晶体 12 上。

#### 结构和组成描述：

反应釜外形见图 2，反应釜缸体、上盖图见图 3。

1、反应釜是由钛合金和特种合金钢制成、在上面对称开有两个透明观察窗口（该窗口由人工晶体密封）的密封容器，反应釜内径 $\Phi$ 120mm，外径 $\Phi$ 160mm，内高为 230mm，外高 400mm。反应釜可承受的最大静态压力达 50MPa，温度调节范围为 $-50\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，钻杆给进时动密封可以承受最大压力 35Mpa。2 个透明观察窗口的直径为 50mm。反应釜中气体的供给采用压力最高可达 50Mpa，流量为 20L/min 的特力得 S-86-JN-30 气气增压泵。

2、显微摄像系统采用自带光源的 Pixera Professional CCD 光学放大成像系统，其工作距离为 114mm，视野范围为 15.6X20.8~2.4X3.2mm，放大倍数(17"显示器)为 54~378X。显微摄像系统通过透明观察窗口来观察水合物的合成与分解以及钻探试验过程中出现的细微情况，并将观察到的图象通过显微摄像放大后直接存储在计算机的硬盘。

3、反应釜上盖通过钻杆接微型钻机，微型钻机在合成天然气水合物时用作搅拌釜内物质，钻进实验时可实施回转钻进实验，并送入冲洗液。

4、反应釜温度的升降、保持是通过高低温实验箱 HLT705P 来实现的。其工作温度范围为 $-70\sim +100$

5、反应釜底部安装有三个 RT-LS Pt100 温度传感器，用以实时检测釜内径向温度。

#### 主要技术指标：

工作温度范围： $-50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 最大静态承载压力：50MPa

罐体内径： $\Phi$ 120mm

罐体内高：230mm

钻杆给进时最大承压：35MPa

钻杆给进最大行程：70mm

钻杆最大转速：500rpm

钻杆最大直径： $\Phi$ 25mm

观察窗数量：2 个观察窗可视直径： $\Phi$ 50mm

罐体外径： $\Phi 160\text{mm}$   
罐体最大宽度：255mm  
罐体总高度： $\sim 400\text{mm}$   
罐体总重量： $\sim 40\text{KG}$

#### 试验原理和操作使用方法：

下面以天然气水合物合成与分解试验和天然气水合物钻进过程控制试验为例来说明利用该发明的试验原理和操作使用方法。

##### 1、天然气水合物合成与分解试验

这部分试验的主要目的是掌握天然气水合物物理化学性质、形成条件、成矿及力学特性，为下部分天然气水合物钻进过程控制试验积累资料。在试验时可先维持压力，通过改变温度来控制水合物的生成与分解，也可维持温度不变，通过改变压力来控制水合物的生成与分解。试验原理和操作使用方法如下：

- ① 首先将反应釜用蒸馏水或自然水清洗干净，然后注入占容器体积一半的蒸馏水或自然水，再对反应釜和整个高压管路系统抽真空，直至水中无气泡为止。然后用高纯度甲烷气体冲洗反应釜和高压管路几次，目的是尽可能地排除其中的空气。
- ② 将反应釜和温度传感器组装好后与显微成像系统一起通过高低温箱的上盖并密封固定好放入高低温箱的正中央，调节显微镜的物镜位置使之贴紧对准反应釜上的一个人工晶体窗口。打开前门安装好进出气管路系统。将一个耐低温摄像头对准另一个人工晶体窗口并固定好位置。关好前门，启动高低温试验箱，建议以零度为界限，先从低温开始，直至容许最低温度再升温。
- ③ 在检查各段管线和接头连接好后开动空压机，打开气源阀门对反应釜加压。同时开动微钻对容器进行搅拌。通过高低温箱的可编程温度控制面板，设定试验温度范围和保温时间
- ④ 通过安装在系统中的各类传感器采集各类数据信息，包括温度、压力、流量、图像和视频等信息，并在电脑上显示出来。根据收集的数据程序能自动绘出相关曲线并做出适当判断，得出水合物的相平衡温度和压力。

##### 2、天然气水合物钻进过程控制试验

这部分试验是在前部分试验的基础上，模拟实际海底或高原冻土天然气水合物蕴藏地层并对其进行微型钻进试验，根据前面得出的温度压力相平衡曲线，找到合适的钻进控制方法，特别是找到合适的泥浆循环介质，以此为勘探和开发天然气水合物找到合适工艺方法。试验也分两种情况进行，一是在较纯的水合物中钻进，一种是在夹杂有砂层、粘土层、细小岩屑层的模拟地层中进行。试验原理和操作使用方法如下：

- ⑤ 按第一部分①②③步骤尽可能多的合成天然气水合物，维持温度和压力不变，开动微型钻机钻进，控制钻进速度，直至钻到反应釜的底部。对纯水合物钻探的目的有两个，一是得出纯水合物的可钻级别；二是根据布置在反应釜底部的三个温度传感器测得水合物的导热系数。这种情况下不需要循环泥浆，产生的气体经出气口收集到空钢瓶。
- ⑥ 将沙子、粘土、细小岩屑、蒸馏水水放到反应釜中并压实（当然有孔隙）填充到反应釜总高度的  $3/4$  处或更高一点。按第一部分部分①②③步骤生成天然气水合物，停止通气，维持温度和压力不变，开动微型钻机对其钻进，控制钻进速度，直至钻到反应釜的底部。钻探过程中通过钻杆注入循环介质，对流出反应釜的气液混合流体进行分离，通过测量分离出的气体量可以分析哪种类型的泥浆有利于钻进控制，通过微钻上的钻压、转速传感器以及泥浆泵上的流量传感器可以分析哪种钻进工艺参数是比较合理的。

- ⑦ 根据采集到的温度压力流量数据来建立和验证天然气水合物的热压力模型，找到一个比较通用的模型以此来指导未来的天然气水合物勘探与开采。

本实用新型是一种多功能反应釜，可满足多种科学试验研究，如可用于纯天然气水合物和模拟实际矿层天然气水合物合成试验；可用于纯天然气水合物和模拟实际矿层天然气水合物分解试验；可用于天然气水合物钻进过程控制试验；可对天然气水合物开采方法进行研究；可对钻进管道和输油气管道中形成水合物的防止方法进行研究等；可研究天然气的新型储运技术。

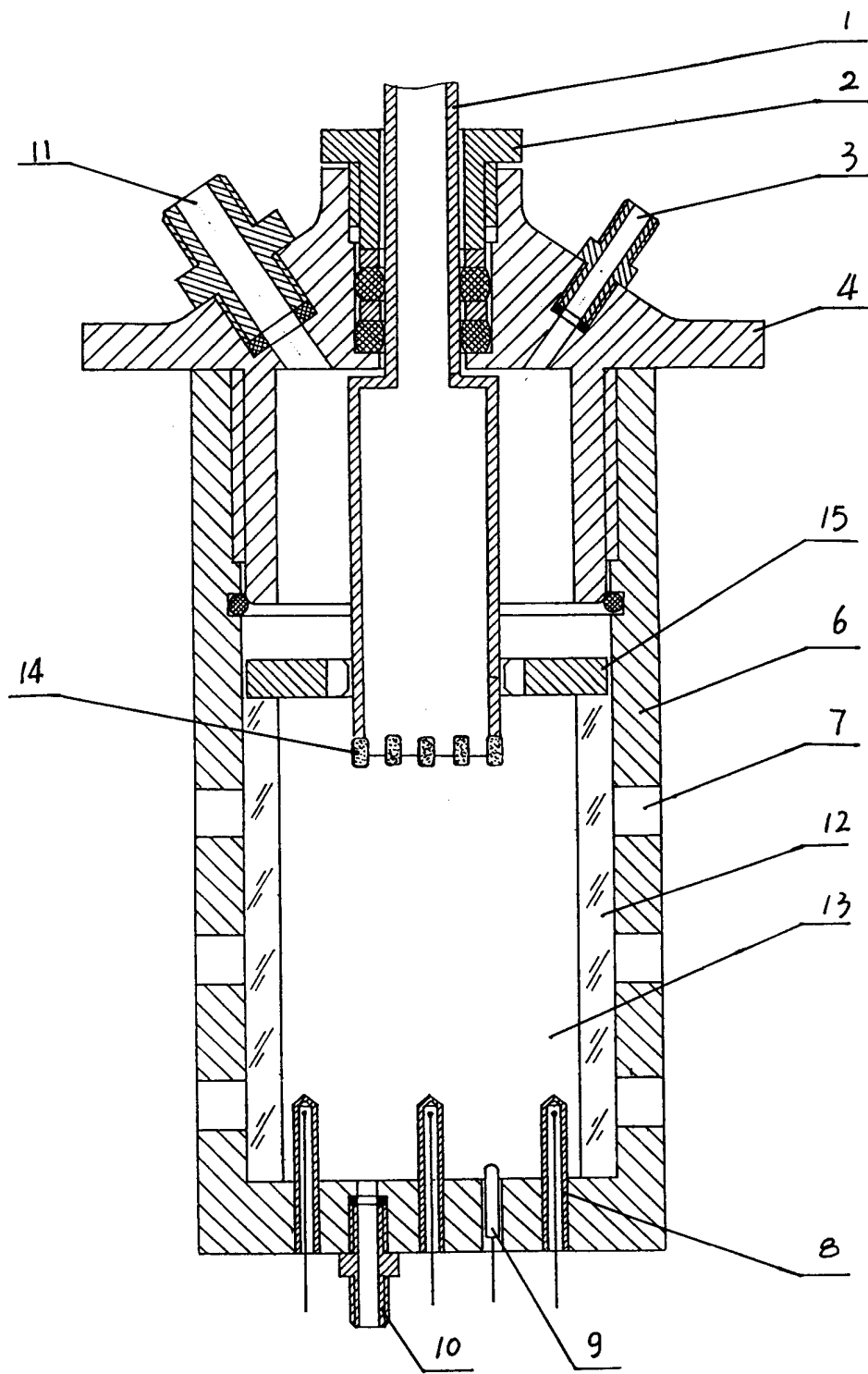


图 1

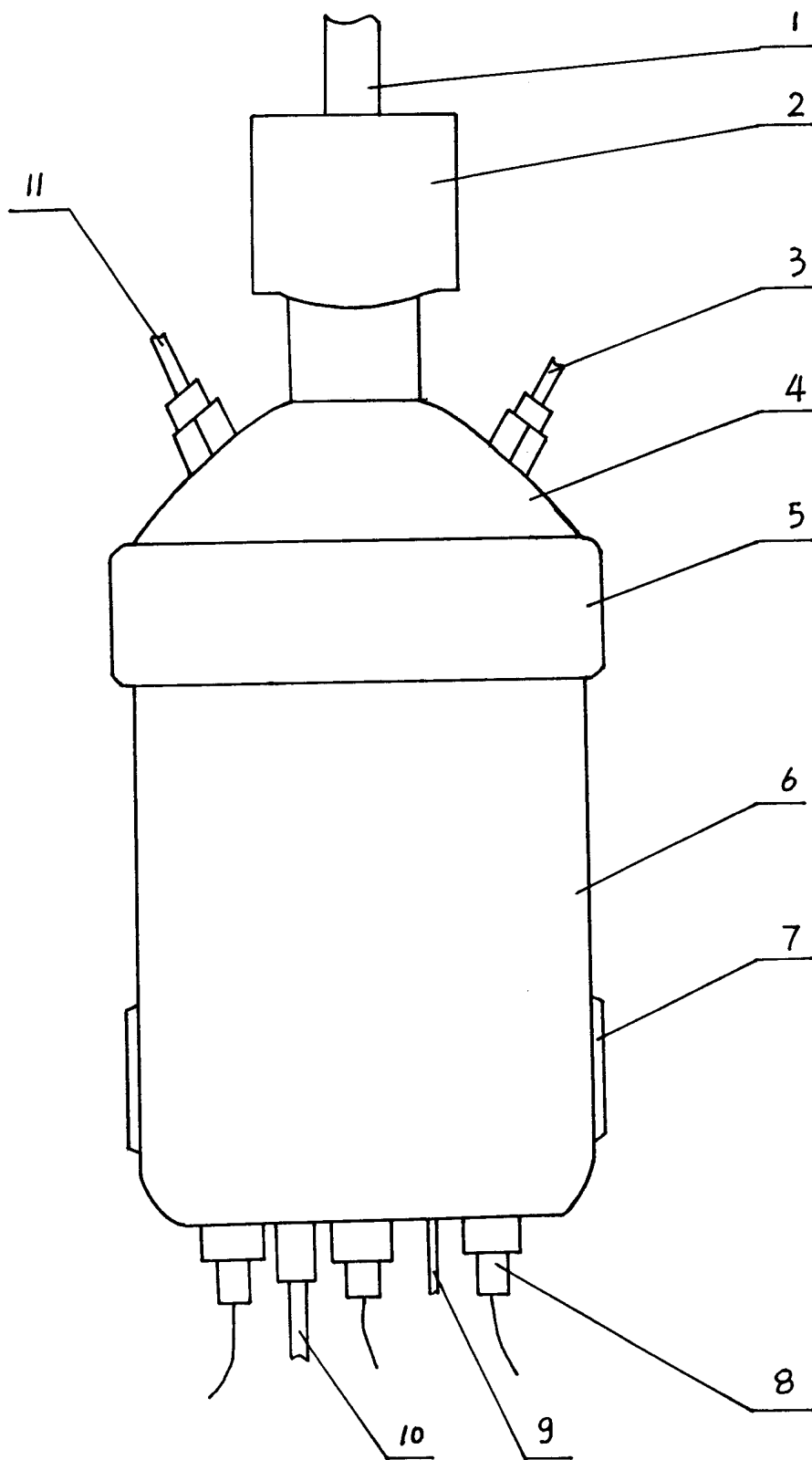


图 2



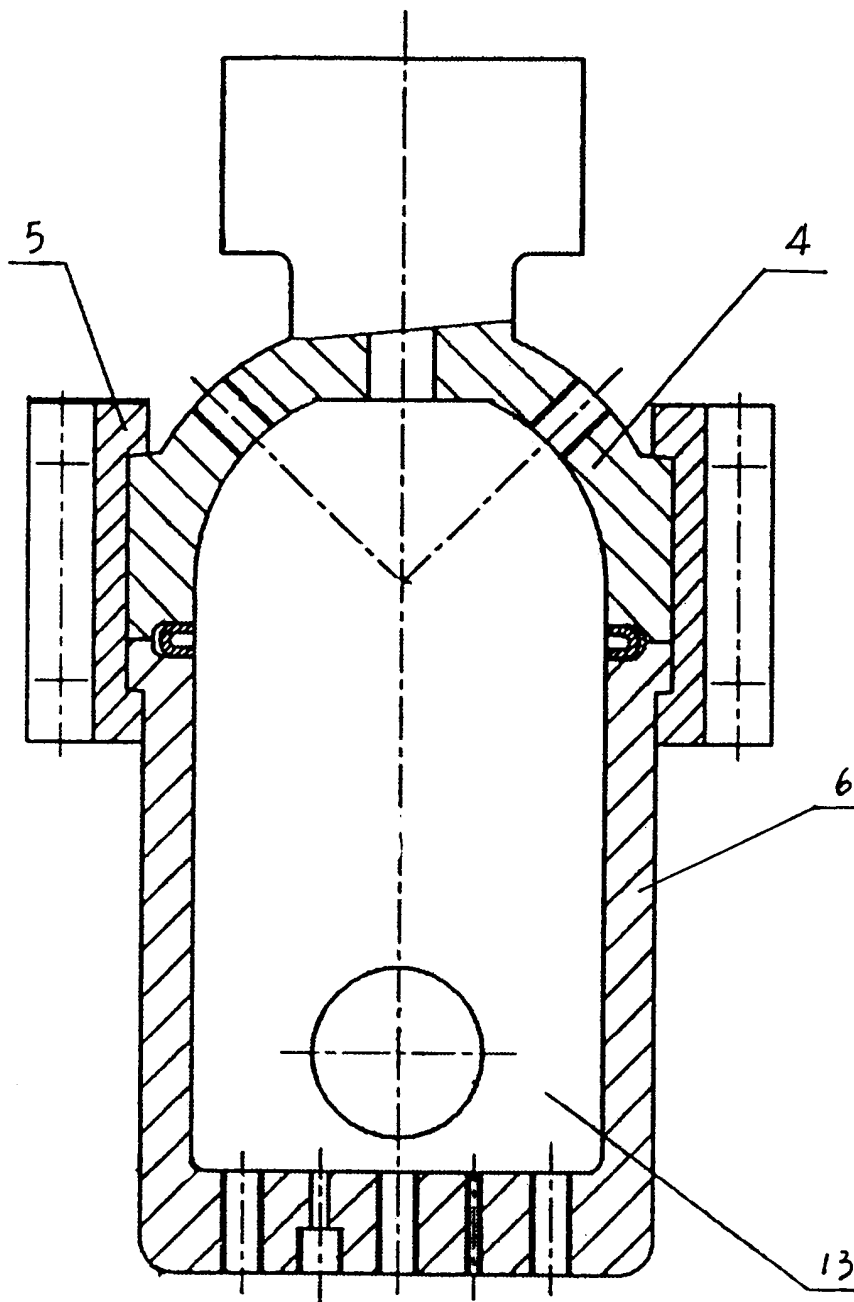


图 3