



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101907586 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 07

(21) 申请号 201010205347. 1

(22) 申请日 2010. 06. 11

(73) 专利权人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街 9 号中国石油大厦

(72) 发明人 刘卫 孙佃庆 孙威

(74) 专利代理机构 北京市中实友知识产权代理
有限责任公司 11013

代理人 李玉明

(51) Int. Cl.

G01N 24/08 (2006. 01)

G01N 15/08 (2006. 01)

审查员 张玉艳

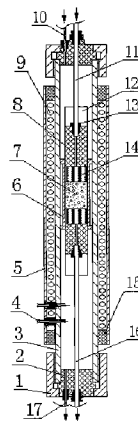
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器

(57) 摘要

用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器，应用于实验室内进行岩心动态实验。主要由环压部分、高温加热部分、驱替部分和核磁共振部分组成。在夹持器腔体两端有密封端盖和锁紧螺母。环压进油管和环压卸油管穿过密封端盖与夹持器腔体内联通。保温外壳与夹持器腔体之间有螺旋导热油管。在氟橡胶管内有两个圆柱形岩心顶头和密封体，在圆柱形密封体的两端固定有驱替进油管和驱替出油管。核磁共振线圈骨架在夹持器腔体内，核磁共振线圈骨架外壁与夹持器腔体之间的形成环形空间内有核磁共振线圈。效果是：模拟岩心在地层中的温度、压力，使核磁共振仪器在模拟地层条件下，测量岩心的物性参数。



1. 一种用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器,其特征在于:主要由环压部分、高温加热部分、驱替部分和核磁共振发射与接收线圈部分组成,

环压部分主要由锁紧螺母(1)、密封端盖(2)和夹持器腔体(3)组成,夹持器腔体(3)为圆筒形,在夹持器腔体(3)两端分别有密封端盖(2),夹持器腔体(3)两端分别由锁紧螺母(1)将密封端盖(2)固定,在环压进油端的密封端盖(2)上固定有环压进油管(10),在环压卸油端的密封端盖(2)上固定有环压卸油管(17),环压进油管(10)和环压卸油管(17)分别穿过密封端盖(2)与夹持器腔体(3)内连通;

高温加热部分包括保温外壳(5)和螺旋导热油管(9),在夹持器腔体(3)的外部套有圆筒状的保温外壳(5),保温外壳(5)与夹持器腔体(3)之间形成环形空间,保温外壳(5)的两端有环形堵头(15)密闭,在保温外壳(5)与夹持器腔体(3)之间的环形空间内有螺旋导热油管(9),螺旋导热油管(9)的进口和出口穿过保温外壳(5)外壁并固定在保温外壳(5)外壁上,夹持器腔体(3)上装有温度传感器;

驱替部分主要由驱替进油管(11)、第一和第二密封体(8)、第一和第二岩心顶头(14)和驱替出油管(16)组成,在环压进油端的密封端盖(2)上固定有驱替进油管(11),驱替进油管(11)的另一端固定在第一密封接头(13)的中心孔内,所述的第一密封接头(13)固定在圆柱形第一密封体(8)的端部;所述的第一密封体(8)有中心孔,驱替进油管(11)与第一密封体(8)中心孔连通,在所述的第一密封体(8)的另一端有圆柱形第一岩心顶头(14),所述的第一岩心顶头(14)和所述的第一密封体(8)在氟橡胶管(12)内;在环压卸油端的密封端盖(2)上固定有驱替出油管(16),驱替出油管(16)的另一端固定在第二密封接头(13)的中心孔内,所述的第二密封接头(13)固定在圆柱形第二密封体(8)的端部,驱替出油管(16)与所述的第二密封体(8)中心孔连通,在所述的第二密封体(8)的另一端有圆柱形第二岩心顶头(14),所述的第二岩心顶头(14)和所述的第二密封体(8)在所述的氟橡胶管(12)内;

核磁共振发射与接收线圈部分主要由核磁共振线圈引出接头(4)、核磁共振线圈骨架(6)和核磁共振线圈(18)组成,核磁共振线圈骨架(6)为圆筒状,核磁共振线圈骨架(6)中心孔与氟橡胶管(12)外径相同;在核磁共振线圈骨架(6)的两端径向有环形凸起,环形凸起的外径与夹持器腔体(3)内径相同;核磁共振线圈骨架(6)在夹持器腔体(3)内,核磁共振线圈骨架(6)外壁与夹持器腔体(3)之间形成环形空间,在环形空间内有核磁共振线圈(18),核磁共振线圈骨架(6)套装在氟橡胶管(12)的外壁上,核磁共振线圈(18)的位置与试验岩心(7)相对,核磁共振线圈(18)有导线连接核磁共振线圈引出接头(4),核磁共振线圈引出接头(4)固定在保温外壳(5)和夹持器腔体(3)上,核磁共振线圈引出接头(4)穿过保温外壳(5)和夹持器腔体(3)。

2. 如权利要求1所述的用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器,其特征在于:所述的第一和第二岩心顶头(14)采用氟塑料或氟橡胶制成,所述的第一和第二岩心顶头(14)均匀分布有轴向通孔。

3. 如权利要求1或2所述的用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器,其特征在于:夹持器腔体(3)采用无磁金属材料制成。

用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器

技术领域

[0001] 本发明涉及石油勘探开发技术领域,在实验室内进行岩心动态实验的仪器,特别涉及进行核磁共振岩心动态实验的核磁共振梯度岩心分析仪,是一种核磁共振梯度岩心分析仪的专用的高温高压夹持器。

背景技术

[0002] 在实验室内进行岩心动态实验中,岩心夹持器是一种密封并夹持岩心的工具,辅助完成岩心物理性质测试及相关实验。

[0003] 目前,国内外岩心夹持器的密封装置有三种:

[0004] 第一种是机械密封,靠机械压实橡胶套来密封圆柱体性的岩心样品侧表面,如使用千斤顶或丝扣加压密封。

[0005] 第二种是液压式密封,通过具有一定压力的液体来实现对岩石样品的密封,如使用自动计量泵或手动计量泵打入高压水或其他液体进行密封。

[0006] 第三种是气压密封,使用空气或氮气为密封介质。

[0007] 目前,国内外油田实验室使用液压或气压密封装置完成岩石渗透率、岩心驱替、岩石堵水等各项研究。从使用效果看,当密封压力较低时多选用气压密封,当要求的密封压力较高时多采用液压密封。大多数岩心实验都是在常温下进行的,并且实验时的工作压力偏低,使得最终测得的各项参数并不能真实地反映岩心在地下高温高压状态下的实际情况。现有的核磁共振仪所使用的探头的工作环境一般都是室温、标准大气压,不能模仿岩心在地下高温高压状态下的实际情况。

[0008] 中国专利公告号:CN2189744Y,提供了一种非均质岩心夹持器。用一个胶皮体,其上开有2~6个轴向孔,孔中装入岩心和岩心顶头,将胶皮体装入岩心套筒内。岩心套筒上有环压孔,各岩心的进液管接到一个共同进口上,保证各岩心具有相同的入口压力。能进行层状非均质油藏的驱替实验、含水上升规律实验、调剖实验、堵水实验、示踪剂实验、三次采油实验。

发明内容

[0009] 本发明的目的是:提供一种用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器,能在地面试验平台上模拟地下岩心所处的高温高压状态,并且利用核磁共振线圈,准确地测定岩石的渗透率、饱和度及孔隙度等参数。

[0010] 本发明采用的技术方案是:用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器,主要由环压部分、高温加热部分、驱替部分和核磁共振发射与接收线圈部分组成,其特征在于:

[0011] 1) 环压部分

[0012] 环压部分为夹持器腔体内提供高压液体,利用高压液体模拟地层压力并实现对岩石样品的密封。环压部分是由锁紧螺母、密封端盖和夹持器腔体组成。夹持器腔体为圆筒形,能耐压力140MPa。在夹持器腔体两端分别有密封端盖,夹持器腔体两端分别由锁紧螺

母将密封端盖固定。在环压进油端的密封端盖上固定有环压进油管,在环压卸油端的密封端盖上固定有环压卸油管,环压进油管和环压卸油管分别穿过密封端盖与夹持器腔体内联通。将手动计量泵的出口连接环压进油管,能利用手动计量泵并通过环压进油管注入加热高温油并控制夹持器腔体内的压力,环压卸油管连接储油罐。其中环压系统用油是对核磁共振不产生干扰的氟油。环压系统用油的压力最高为 140MPa。

[0013] 夹持器腔体采用无磁金属材料制成。如:钛合金、无磁不锈钢、黄铜、铝合金。

[0014] (2) 高温加热部分

[0015] 高温加热部分包括保温外壳和螺旋导热油管,在夹持器腔体的外部套有圆筒状的保温外壳,保温外壳与夹持器腔体之间形成环形空间。保温外壳的两端有环形堵头密闭。在保温外壳与夹持器腔体之间的环形空间内有螺旋导热油管,螺旋导热油管的进口和出口穿过保温外壳外壁并固定在保温外壳外壁上,螺旋导热油管的进口和出口能连接恒温油浴。利用恒温油浴为螺旋导热油管提供热量并循环加热。夹持器腔体上装有温度传感器。采用了高温油循环加热的方式,能及时监测并控制恒温油浴处于加热或保温状态。经过恒温油浴加热的高温油通过螺旋导热油管加热夹持器腔体和夹持器腔体内部的部件以及试验岩心。高温加热部分的最高温度是 175℃。

[0016] 3) 驱替部分主要由驱替进油管、密封体、岩心顶头和驱替出油管组成,在环压进油端的密封端盖上固定有驱替进油管,驱替进油管的另一端固定在密封接头的中心孔内,密封接头固定在圆柱形密封体的端部。密封体有中心孔,驱替进油管与密封体中心孔联通。在密封体的另一端有圆柱形岩心顶头。岩心顶头和密封体在一个氟橡胶管内。环压卸油端与环压进油端的结构基本相同。在环压卸油端的密封端盖上固定有驱替出油管,驱替出油管的另一端固定在密封接头的中心孔内,密封接头固定在圆柱形密封体的端部。驱替出油管与密封体中心孔联通。在密封体的另一端有圆柱形岩心顶头。岩心顶头和密封体在一个氟橡胶管内。试验开始前,在两个岩心顶头中间放入试验岩心。驱替进油管外端连接手动计量泵;驱替出油管外端接烧杯。

[0017] 两个密封体、两个岩心顶头和试验岩心在同一个氟橡胶管中。

[0018] 岩心顶头采用氟塑料或氟橡胶制成,岩心顶头均匀分布有轴向通孔。

[0019] 驱替部分的工作原理是:参阅图 1。利用手动计量泵将驱替油注入驱替进油管 11,经过手动计量泵并加压,驱替油经过驱替进油管 11、密封体 8、岩心顶头 14,进入试验岩心 7 的一端,驱替油驱替出岩心中的油水混合物。然后,驱替油与试验岩心 7 上被驱替的油水混合物一起,进入试验岩心 7 另一端的岩心顶头 14 和密封体 8,并通过驱替出油管 16 流出,用烧杯收集驱替出的混合液待测。整个驱替过程中,保证驱替部分内的压力能模拟试验岩心 7 在地层下的压力,压力由手动计量泵控制。同时驱替部分下行压力为标准大气压。驱替所用的驱替介质要视具体实验而定,例如在油驱水的实验中驱替介质为煤油,从驱替部分出来的混合物不能循环使用。对驱替出油管 16 出来的混合物进行分析。在使用之前首先要与核磁共振仪器一起进行标定。

[0020] 4) 核磁共振发射与接收线圈部分主要由核磁共振线圈引出接头、核磁共振线圈骨架和核磁共振线圈组成,核磁共振线圈骨架为圆筒状,中心孔与氟橡胶管外径相同;在核磁共振线圈骨架的两端径向有环形凸起,环形凸起的外径与夹持器腔体内径相同。核磁共振线圈骨架在夹持器腔体内,核磁共振线圈骨架外壁与夹持器腔体之间形成环形空间,在

环形空间内有核磁共振线圈。核磁共振线圈骨架套装在热缩管的外壁上,核磁共振线圈的位置与试验岩心相对。核磁共振线圈有导线连接核磁共振线圈引出接头,核磁共振线圈引出接头固定在保温外壳和夹持器腔体上,核磁共振线圈引出接头穿过保温外壳和夹持器腔体。

[0021] 环压介质采用中石化生产的精密仪表油氟油 4837,氟油 4837 的性质:清澈、无色,密度为 $1.6 \sim 2\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。具有安全无毒、热稳定性、耐极高温、不燃性、化学稳定性、优异的润滑性,能满足试验要求。

[0022] 其中高温高压夹持器各主要部分材料的选用为:锁紧螺母、夹持器腔体、保温外壳采用无磁金属材料制成;密封端盖、密封体和岩心顶头采用采用氟橡胶或氟塑料制成;螺旋导热油管采用氟橡胶热缩管。

[0023] 简述本发明用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器的工作过程,有利于理解本发明。参阅图 1。

[0024] 首先把用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器安装好。氟橡胶管 12 内放入一个试验岩心 7、两个岩心顶头 14 和两个密封体 8,试验岩心 7 的两端分别有一个岩心顶头 14 和一个密封体 8,氟橡胶管 12 两端封闭好。将氟橡胶管 12 放入核磁共振线圈骨架 6 内。其次恒温油浴开始工作,通过对螺旋导热油管 9 循环输入热油,开始为夹持器腔体 3 内加温。关闭环压卸油管 17 出口阀,从环压进油管 10 打入加热的环压介质(油)。夹持器腔体 3(环压腔)内注满油之后,通过手动计量泵加压至 120MPa。当整个环压腔内稳定在 120MPa、 150°C 时,开始转成控温模式对环压腔内进行恒温控制。驱替部分开始从驱替进油管 10 注入驱替介质(油),当充满后开始通过手动计量泵提高驱替压力,驱替压力应小于环压压力,驱替介质(油)的压力控制为 115MPa。在驱替的过程当中,核磁共振部分采取定时工作,采集回波数据,获得试验岩心 7 的孔隙度,渗透率,饱和度等参数。

[0025] 本发明的有益效果:

[0026] 1、本发明高温高压夹持器,将核磁共振发射与接收线圈放置在核磁共振高温高压夹持器内部,能缩试验岩心(样品)与核磁共振线圈(核磁共振发射与接收线圈)的间隙,相对于核磁共振发射与接收线圈内部空间而言,增加了被测样品体积,能提高核磁共振系统的整体信噪比;将核磁共振发射与接收线圈放置在核磁共振高温高压夹持器内部,夹持器腔体采用金属材料,能提高核磁共振高温高压夹持器的耐温与耐压性能,比如测试过程可以将温度提高到 175°C ,压力可以达到 140MPa,符合地层实际温度和压力。

[0027] 2、本发明用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器,能模拟岩心在实际地层中的温度、压力环境参数,并且此高温高压夹持器配有核磁共振线圈及核磁共振线圈引出接头,使核磁共振仪器能够测量模拟地层条件下的岩心样品,使测量结果更接近实际岩心的物性参数。传统的核磁共振测试岩心,只能在实验室条件下做常温常压岩心的物性分析。

附图说明

[0028] 图 1 是本发明用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器结构剖面示意图。图 2 是核磁共振线圈骨架及线圈示意图。

[0029] 图中,1. 锁紧螺母,2. 密封端盖,3. 夹持器腔体,4. 核磁共振线圈引出接头,5. 保温外壳,6. 核磁共振线圈骨架,7. 试验岩心,8. 密封体,9. 螺旋导热油管,10. 环压进油管,

11. 驱替进油管, 12. 氟橡胶管, 13. 密封接头, 14. 岩心头, 15. 保温套环形堵头, 16. 驱替出油管, 17. 环压卸油管, 18. 核磁共振线圈。

具体实施方式

[0030] 实施例 1: 以一个用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器为例, 对本发明作进一步详细说明。

[0031] 参阅图 1。本发明用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器, 由环压部分、高温加热部分、驱替部分和核磁共振发射与接收线圈部分组成。

[0032] 1) 环压部分

[0033] 环压部分是由锁紧螺母 1、密封端盖 2 和夹持器腔体 3 组成。夹持器腔体 3 为圆筒形, 夹持器腔体 3 由铝合金 (LY12) 制成, 内径为 60mm, 外径为 74mm, 长度为 900mm, 能耐压力 140MPa。在夹持器腔体 3 两端分别盖有密封端盖 2; 夹持器腔体 3 两端分别通过螺纹连接锁紧螺母 1, 密封端盖 2 的两端分别由锁紧螺母 1 固定压紧。在环压进油端的密封端盖 2 上固定有环压进油管 10, 在环压卸油端的密封端盖 2 上固定有环压卸油管 17, 环压进油管 10 和环压卸油管 17 分别穿过密封端盖 2 与夹持器腔体 3 内联通。将手动计量泵的出口连接环压进油管 10, 环压卸油管 17 连接储油罐, 环压卸油管 17 到储油罐的管线上有阀门。能利用手动计量泵并通过环压进油管 10 注入加热高温油并控制夹持器腔体 3 内的压力。其中环压内的介质油是对核磁共振信号不产生干扰的氟油。其中环压介质采用中石化生产的精密仪表油氟油 4837, 氟油 4837 的性质: 清澈、无色, 密度为 $1.6 \sim 2\text{g/cm}^3$ 之间。

[0034] 2) 高温加热部分

[0035] 高温加热部分包括保温外壳 5 和螺旋导热油管 9, 在夹持器腔体 3 的外部套有一个圆筒状的保温外壳 5, 此保温外壳由铝合金 (LY12) 制成, 内径为 74mm, 外径为 112mm, 长度为 700mm。保温外壳 5 与夹持器腔体 3 之间形成环形空间。保温外壳 5 的两端有环形堵头 15 密闭。在保温外壳 5 与夹持器腔体 3 之间的环形空间内有一根螺旋导热油管 9, 螺旋导热油管 9 的进口和出口穿过保温外壳 5 外壁并且进出口固定在保温外壳 5 外壁上。螺旋导热油管 9 两端进出口连接有一个恒温油浴。夹持器腔体 3 外壁上装有温度传感器。经过恒温油浴加热的高温油通过螺旋导热油管 9 加热夹持器腔体 3 和夹持器腔体 3 内部的部件与试验岩心 7。高温加热部分的最高温度是 175°C 。

[0036] 3) 驱替部分

[0037] 驱替部分主要由驱替进油管 11、密封体 8、岩心头 14 和驱替出油管 16 组成, 在环压进油端的密封端盖 2 上密闭固定有一个驱替进油管 11, 驱替进油管 11 的另一端密闭固定在密封接头 13 的中心孔内, 即密封接头 13 固定在圆柱形密封体 8 的端部。密封体 8 有中心孔, 驱替进油管 11 与密封体 8 中心孔联通。在密封体 8 的另一端有圆柱形岩心头 14。岩心头 14 采用氟塑料制成圆柱体形, 岩心头 14 均匀分布有 30 个直径为 3 毫米的轴向通孔。岩心头 14 和密封体 8 在一个氟橡胶管 12 内。环压卸油端与环压进油端的结构基本相同。在环压卸油端的密封端盖 2 上固定有一个驱替出油管 16, 驱替出油管 16 的另一端固定在密封接头 13 的中心孔内, 密封接头 13 固定在圆柱形密封体 8 的端部。驱替出油管 16 与密封体 8 中心孔联通。在密封体 8 的另一端有圆柱形岩心头 14。岩心头 14 和密封体 8 在一个氟橡胶管 12 内。即两个密封体 8、两个岩心头 14 和试验岩心 7 在

同一个氟橡胶管 12 中。驱替进油管 11 外端连接手动计量泵 ; 驱替出油管 16 接烧杯, 收集驱替出的混合液待测。

[0038] 4) 核磁共振发射与接收线圈部分

[0039] 核磁共振发射与接收线圈部分主要由核磁共振线圈引出接头 4、核磁共振线圈骨架 6 和核磁共振线圈 18 组成。核磁共振线圈骨架 6 为圆筒状, 核磁共振线圈骨架 6 中心孔与氟橡胶管 12 外径相同 ; 在核磁共振线圈骨架 6 的两端径向有环形凸起, 环形凸起的外径与夹持器腔体 3 内径相同。核磁共振线圈骨架 6 在夹持器腔体 3 内, 核磁共振线圈骨架 6 外壁与夹持器腔体 3 之间形成环形空间, 在环形空间内有核磁共振线圈 18。参阅图 2。核磁共振线圈骨架 6 套装在热缩管 12 的外壁上, 参阅图 1。核磁共振线圈 18 的位置与试验岩心 7 相对。核磁共振线圈 6 有导线连接核磁共振线圈引出接头 4, 核磁共振线圈引出接头 4 固定在保温外壳 5 和夹持器腔体 3 上, 核磁共振线圈引出接头 4 穿过保温外壳 5 和夹持器腔体 3。核磁共振线圈引出接头 4 连接核磁共振仪探头电路。用核磁共振的方法得到高温高压状态下的各项数据。核磁共振线圈 18(核磁共振发射与接收线圈) 是螺线管, 本领域技术人员熟知, 不详细描述了。现有核磁共振仪器的核磁共振线圈, 在结构、外形尺寸上能够充分满足本夹持器的要求。

[0040] 传统的核磁共振测试仪测试岩心, 只能在实验室条件下做常温常压岩心的物性分析, 本发明用于核磁共振测试岩心的高温高压夹持器, 环压部分为夹持器腔体 3 内提供高压液体 ; 高温加热部分采用了高温油循环加热的方式, 为待测岩心提供模拟地层的高温环境 ; 驱替部分能够实现待测岩心在高温高压的模拟地层环境下的驱替实验 ; 模拟试验岩心在地层中的温度、压力环境 ; 核磁共振部分提供核磁共振线圈, 能使高温高压夹持器中的岩心样品在核磁共振磁场中进行核磁共振岩心样品的物性分析。使核磁共振仪器能对模拟地层条件下的试验岩心进行测试, 使测试结果更接近实际岩心的物性参数。

[0041] 实施例 2 : 参阅图 1。实施例 2 与实施例 1 基本相同, 不同点是锁紧螺母 1 采用黄铜制成 ; 夹持器腔体 3 采用钛合金制成 ; 保温外壳 5 采用无磁不锈钢制成。

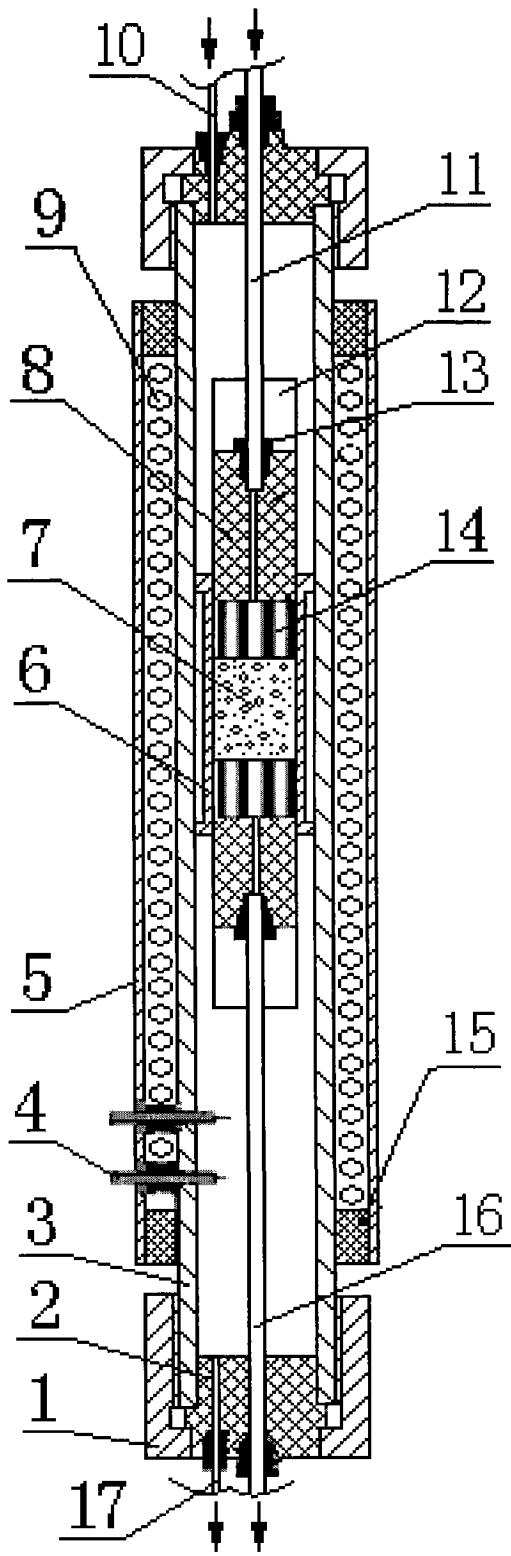


图 1

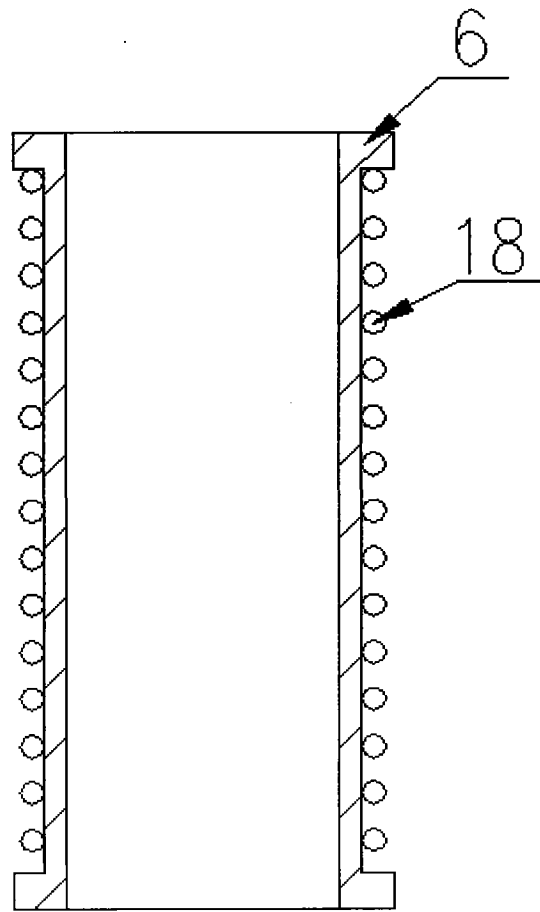


图 2