(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112067510 A
(43)申请公布日 2020.12.11

(21)申请号 202010893402.4

(22)申请日 2020.08.31

(71)申请人 中国石油大学(北京)
地址 102249 北京市昌平区府学路18号

(72)发明人 盛家平 涂家玮

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 陈伟

(51)Int.Cl.
G01N 13/04(2006.01)

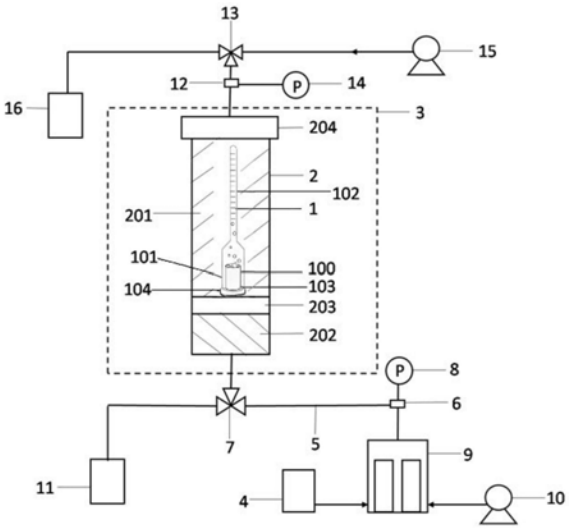
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置

(57)摘要

本说明书公开一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,该装置包括:第一容器,所述第一容器具有放置部、测量部和沟通孔,所述放置部用于放置岩芯样品,所述测量部用于测量所述岩芯样品的渗吸量,所述沟通孔用于将所述第一容器的内部和外部连通;第二容器,所述第二容器具有用于容纳所述第一容器的第一腔室,所述第一容器和所述第一腔室用于容纳渗吸液;用于调节所述第一腔室内压力的控压部;用于调节所述第一腔室内温度的控温部。本说明书所提供的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,能够在高温高压环境下工作,并且能够测量岩芯样品的渗吸量,以研究高温高压条件下的渗吸规律。



CN 112067510 A

1.一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,包括:

第一容器,所述第一容器具有放置部、测量部和沟通孔,所述放置部用于放置岩芯样品,所述测量部用于测量所述岩芯样品的渗吸量,所述沟通孔用于将所述第一容器的内部和外部连通;

第二容器,所述第二容器具有用于容纳所述第一容器的第一腔室,所述第一容器和所述第一腔室用于容纳渗吸液;

用于调节所述第一腔室内压力的控压部;

用于调节所述第一腔室内温度的控温部。

2.根据权利要求1所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述控压部包括第二腔室和活塞,所述第二腔室设在所述第二容器内,所述第二腔室用于容纳液压液,所述活塞将所述第一腔室与所述第二腔室相间隔;

当所述第二腔室内液压液的压力增大时,所述活塞移动使所述第一腔室的体积减小,所述第一腔室的压力增大;当所述第二腔室内液压液的压力减小时,所述活塞移动使所述第一腔室的体积增大,所述第一腔室的压力减小。

3.根据权利要求2所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述控压部包括与所述第二腔室相连通的供液罐,所述供液罐用于提供所述液压液,所述第二腔室与所述供液罐之间设有动力元件,所述动力元件用于为所述液压液的移动提供动力。

4.根据权利要求3所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述第二腔室与所述供液罐通过第一管线相连通,所述第一管线上设有第一三通接头,所述第一三通接头分别与第一截止阀、第一压力传感器、计量泵相连,所述第一截止阀设于所述第一管线上且与所述第二腔室相连通,所述计量泵设于所述第一管线上且与所述供液罐相连通,所述计量泵与第一空气压缩机相连,所述第一压力传感器用于测量所述计量泵的泵压。

5.根据权利要求2所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,还包括与所述第二腔室相连通的第一储液罐,用于收集实验结束后所述第二腔室内的液压液。

6.根据权利要求1所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述第一容器设有第一密封盖,所述第一密封盖位于所述放置部远离所述测量部的一端,所述沟通孔设置在所述第一密封盖上,并将所述第一密封盖朝向所述第一容器内的一面和朝向所述第一容器外的一面贯通。

7.根据权利要求1所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述第二容器设有第二密封盖,用于密封或打开所述第一腔室。

8.根据权利要求1所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述第一腔室连接有第二三通接头,所述第二三通接头分别与第二截止阀、第二压力传感器、所述第一腔室相连,所述第二压力传感器用于测量所述第一腔室内的压力。

9.根据权利要求8所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述第二截止阀连接有第二空气压缩机和第二储液罐,所述第二储液罐用于收集实验结束后所述第一腔室内的渗吸液。

10.根据权利要求1所述的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置,其特征在于,所述控温部设有用于容纳所述第二容器的容纳腔;所述第一容器由玻璃制成,所述第二容器由耐温耐压材料制成。

高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置

技术领域

[0001] 本说明书涉及石油工程和工艺技术领域，尤其涉及一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置。

背景技术

[0002] 页岩油集中分布在已知油区陆相地层中，是重要的战略接替资源。页岩油是从有机质页岩地层系统(大套暗色页岩、高碳页岩、粉砂质页岩及砂岩博夹层)中开采出的原油，它是以孔隙、裂缝为主要储集空间，无运移或运移距离极短的特低孔、特低渗、连续性油藏。其特点在于储源一体、储层致密、脆性矿物含量高、异常高压、热演化程度高、油质清、产量递减快、生产周期长等。

[0003] 在现有技术中，常规的水力压裂在页岩油藏中的采收率十分有限，一般小于10％。注水开发方案在页岩油藏中受致密基质渗透率限制往往无法得以有效开展。而利用毛管力主导的渗吸现象在页岩油开发中及其重要，若能有效利用该机理，采收率将有希望大幅度提高。岩芯基质在高温高压下的渗吸是页岩油开发的一种重要手段，对于该机理的特征研究有重要意义。

[0004] 现有一般通过使用阿莫特吸水仪(Amott Cell)来进行常规压力下的渗吸实验。岩芯样品与目标渗吸液一同置入阿莫特吸水仪中，阿莫特吸水仪的端口处通过盖子实现密封，从而可以观测常温常压下该岩芯样品的渗吸规律。

[0005] 然而由于页岩油藏基质的致密性、低渗性特点突出，该类油藏的开采往往需要外部施加较高压力，例如10-50兆帕。而传统的阿莫特吸水仪为玻璃制品，无法在玻璃制品内加高压，即阿莫特吸水仪无法承受高压条件；其他钢铁实验设备则由于由非透明材质制成而无法观察实验结果。

[0006] 应该注意，上面对技术背景的介绍只是为了方便对本说明书的技术方案进行清楚、完整的说明，并方便本领域技术人员的理解而阐述的。不能仅仅因为这些方案在本说明书的背景技术部分进行了阐述而认为上述技术方案为本领域技术人员所公知。

发明内容

[0007] 鉴于现有技术的不足，本说明书的一个目的是提供一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置，该测量装置能够在高温高压环境下工作，并且能够测量岩芯样品的渗吸量，以研究高温高压条件下的渗吸规律。

[0008] 为达到上述目的，本说明书实施方式提供一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置，包括：

[0009] 第一容器，所述第一容器具有放置部、测量部和沟通孔，所述放置部用于放置岩芯样品，所述测量部用于测量所述岩芯样品的渗吸量，所述沟通孔用于将所述第一容器的内部和外部连通；

[0010] 第二容器，所述第二容器具有用于容纳所述第一容器的第一腔室，所述第一容器

和所述第一腔室用于容纳渗吸液；

[0011] 用于调节所述第一腔室内压力的控压部；

[0012] 用于调节所述第一腔室内温度的控温部。

[0013] 在一种优选的实施方式中，所述控压部包括第二腔室和活塞，所述第二腔室设在所述第二容器内，所述第二腔室用于容纳液压液，所述活塞将所述第一腔室与所述第二腔室相间隔；

[0014] 当所述第二腔室内液压液的压力增大时，所述活塞移动使所述第一腔室的体积减小，所述第一腔室的压力增大；当所述第二腔室内液压液的压力减小时，所述活塞移动使所述第一腔室的体积增大，所述第一腔室的压力减小。

[0015] 在一种优选的实施方式中，所述控压部包括与所述第二腔室相连通的供液罐，所述供液罐用于提供所述液压液，所述第二腔室与所述供液罐之间设有动力元件，所述动力元件用于为所述液压液的移动提供动力。

[0016] 在一种优选的实施方式中，所述第二腔室与所述供液罐通过第一管线相连通，所述第一管线上设有第一三通接头，所述第一三通接头分别与第一截止阀、第一压力传感器、计量泵相连，所述第一截止阀设于所述第一管线上且与所述第二腔室相连通，所述计量泵设于所述第一管线上且与所述供液罐相连通，所述计量泵与第一空气压缩机相连，所述第一压力传感器用于测量所述计量泵的泵压。

[0017] 在一种优选的实施方式中，还包括与所述第二腔室相连通的第一储液罐，用于收集实验结束后所述第二腔室内的液压液。

[0018] 在一种优选的实施方式中，所述第一容器设有第一密封盖，所述第一密封盖位于所述放置部远离所述测量部的一端，所述沟通孔设置在所述第一密封盖上，并将所述第一密封盖朝向所述第一容器内的一面和朝向所述第一容器外的一面贯通。

[0019] 在一种优选的实施方式中，所述第二容器设有第二密封盖，用于密封或打开所述第一腔室。

[0020] 在一种优选的实施方式中，所述第一腔室连接有第二三通接头，所述第二三通接头分别与第二截止阀、第二压力传感器、所述第一腔室相连，所述第二压力传感器用于测量所述第一腔室内的压力。

[0021] 在一种优选的实施方式中，所述第二截止阀连接有第二空气压缩机和第二储液罐，所述第二储液罐用于收集实验结束后所述第一腔室内的渗吸液。

[0022] 在一种优选的实施方式中，所述控温部设有用于容纳所述第二容器的容纳腔；所述第一容器由玻璃制成，所述第二容器由耐温耐压材料制成。

[0023] 有益效果：本说明书实施方式所提供的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置，通过设置第一容器、第二容器、控温部和控压部，在第一容器上设置沟通孔，可以将第一容器内部和第二容器的第一腔室相连通，使第一容器内外压力一致，从而使该测量装置能够在高温高压环境下工作，并且能够测量岩芯样品的渗吸量，以研究高温高压条件下的渗吸规律。

[0024] 参照后文的说明和附图，详细公开了本说明书的特定实施方式，指明了本说明书的原理可以被采用的方式。应该理解，本说明书的实施方式在范围上并不因而受到限制。

[0025] 针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或更多

个其它实施方式中使用，与其它实施方式中的特征相组合，或替代其它实施方式中的特征。

[0026] 应该强调，术语“包括/包含”在本文使用时指特征、整件、步骤或组件的存在，但并不排除一个或更多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本说明书实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本说明书的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本说明书实施方式中所提供的一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置的结构示意图；

[0029] 图2为图1中第一容器的结构示意图。

[0030] 附图标记说明：

[0031] 100、岩芯样品；1、第一容器；101、放置部；102、测量部；103、沟通孔；104、第一密封盖；2、第二容器；201、第一腔室；202、第二腔室；203、活塞；204、第二密封盖；3、控温部；4、供液罐；5、第一管线；6、第一三通接头；7、第一截止阀；8、第一压力传感器；9、计量泵；10、第一空气压缩机；11、第一储液罐；12、第二三通接头；13、第二截止阀；14、第二压力传感器；15、第二空气压缩机；16、第二储液罐。

具体实施方式

[0032] 为了使本技术领域的人员更好地理解本说明书中的技术方案，下面将结合本说明书实施例中的附图，对本说明书实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本说明书一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本说明书中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本说明书保护的范围。

[0033] 需要说明的是，当元件被称为“设置于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的另一个元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中另一个元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的，并不表示是唯一的实施方式。

[0034] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本说明书的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本说明书的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的，不是旨在于限制本说明书。本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0035] 请参阅图1。本说明书实施方式提供一种高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置，该装置可以包括第一容器1、第二容器2、控温部3和控压部。为了便于说明，本说明书中将图1中向上的方向定义为“上”，将图1中向下的方向定义为“下”。

[0036] 上述第一容器1具有放置部101、测量部102和沟通孔103。放置部101用于放置岩芯样品100。测量部102用于测量所述岩芯样品100的渗吸量。沟通孔103用于将所述第一容器1的内部和外部连通。该第二容器2具有用于容第一容器1的第一腔室201。第一容器1和第一

腔室201用于容纳渗吸液。渗吸液可以选取水或化学水，本说明书对此不作限制。控压部用于调节第一腔室201内的压力，控温部3用于调节第一腔室201内的温度。

[0037] 本说明书实施方式所提供的高温高压条件下岩芯渗吸的测量装置，通过设置第一容器1、第二容器2、控温部3和控压部，在第一容器1上设置沟通孔103，可以将第一容器1内部和第二容器2的第一腔室201相连通，使第一容器1内外压力一致，从而使该测量装置能够在高温高压环境下工作，并且能够测量岩芯样品100的渗吸量，以研究高温高压条件下的渗吸规律。

[0038] 在本说明书实施方式中，控压部可以包括第二腔室202和活塞203。第二腔室202设在第二容器2内，用于容纳液压液。活塞203将第一腔室201与第二腔室202相间隔。当第二腔室202内液压液的压力增大时，活塞203向上移动使第一腔室201的体积减小，第一腔室201的压力增大；当第二腔室202内液压液的压力减小时，活塞203向下移动使第一腔室201的体积增大，第一腔室201的压力减小。

[0039] 具体的，控压部还可以包括与第二腔室202相连通的供液罐4，用于向第二腔室202提供液压液。第二腔室202与供液罐4之间可以设有动力元件，用于为液压液的移动提供动力，将液压液从供液罐4输送到第二腔室202。该动力元件可以为计量泵9，其不仅能泵送液压液，还能精确计量泵9送的液压液的量，实现对第一腔室201的压力的精确控制。

[0040] 更具体的，第二腔室202与供液罐4通过第一管线5相连通。该第一管线5上可以设有第一三通接头6。第一三通接头6分别与第一截止阀7、第一压力传感器8、计量泵9相连。第一截止阀7设于第一管线5上且与第二腔室202相连通，用于打开或关闭第二腔室202，具有良好的密封效果。当然，第一截止阀7也可以采用普通的阀门代替，本说明书对此不做限定。计量泵9设于第一管线5上且与供液罐4相连通。计量泵9还与第一空气压缩机10相连，第一空气压缩机10用于为计量泵9提供其工作需要的压力。第一压力传感器8用于精确测量计量泵9的泵压。第一压力传感器8也可以为计量泵9自带的压力测量装置。

[0041] 在一种优选的实施方式中，测量装置还可以包括与第二腔室202相连通的第一储液罐11，用于收集实验结束后所述第二腔室202内的液压液。第一储液罐11可以和上述第一截止阀7相连，从而通过第一截止阀7回收第二腔室202内的液压液。

[0042] 在本说明书实施方式中，如图2所示，第一容器1可以设有第一密封盖104，用于打开或关闭第一容器1。将第一密封盖104打开，即打开第一容器1，可以将岩芯样品100放入放置部101，然后再将第一密封盖104装在第一容器1上，以使岩芯样品100在第一容器1内不会掉落。

[0043] 具体的，第一密封盖104可以位于放置部101远离测量部102的一端，也即第一容器1的最下端。沟通孔103可以设置在第一密封盖104上，并将第一密封盖104朝向第一容器1内的一面和朝向第一容器1外的一面贯通。为了使沟通孔103两端不被封堵，还可以在沟通孔103两端设置支架，支架凸出沟通孔103的上下两端，支架的侧壁上设置有小孔，以供渗吸液通过。

[0044] 优选的，第一容器1除了第一密封盖104以外的部分可以由玻璃制成，便于观察渗吸量。也即，第一容器1除了第一密封盖104以外的部分可以采用阿莫特吸水仪的设计。第一容器1与现有阿莫特吸水仪的区别在于，第一容器1设有沟通孔103，可以平衡任意压力温度下第一容器1内外的液量以实现压力平衡，第一容器1内外压力平衡，因此第一容器1可以承

受高压。

[0045] 在本说明书实施方式中，第一容器1的测量部102位于最上方，测量部102下方为放置部101，放置部101下方为第一密封盖104。由于岩芯样品100渗吸后得到的介质一般是油，密度较小，因此会向上漂浮并集中在测量部102的最上方。测量部102设置有刻度线，且整体呈细长状，其直径较小，小于放置部101的直径，从而可以提高渗吸量的测量精度。第一容器1竖直放置在第二容器2的第一腔室201内。

[0046] 在本说明书实施方式中，第二容器2可以由耐温耐压材料制成。为了节约成本，采用不透明耐温耐压材料制作第二容器2即可。第二容器2可以设有第二密封盖204，用于密封或打开第一腔室201。第二密封盖204设在第一腔室201的上方。第二密封盖204上可以设有容纳管线的通孔。第一腔室201通过该通孔可以连接有第二三通接头12。第二三通接头12分别与第二截止阀13、第二压力传感器14、第一腔室201相连。第二截止阀13与第一腔室201相连通，用于打开或关闭第一腔室201，具有良好的密封效果。当然，第二截止阀13也可以采用普通的阀门代替，本说明书对此不做限定。第二压力传感器14用于测量第一腔室201内的压力，也即渗吸压力。为了获得更精确的数据，第二压力传感器14可以选用高精度压力传感器。

[0047] 优选的，第二截止阀13可以连接有第二空气压缩机15和第二储液罐16。在一开始密封第一腔室201时，打开第二截止阀13和第二空气压缩机15，可以防止第一腔室201内空气积压。实验中打开第二密封盖204时，可以通过第二空气压缩机15为第一腔室201排压，从而实现快速打开第二密封盖204。第二储液罐16用于收集实验结束后第一腔室201内的渗吸液。

[0048] 在本说明书实施方式中，控温部3可以设有用于容纳第二容器2的容纳腔，控温部3可以控制调节该容纳腔的温度，从而调节第二容器2的温度。

[0049] 本说明书还提供一种利用上述测量装置测量高温高压条件下岩芯渗吸的方法，包括以下步骤：

[0050] 步骤S10：打开控温部3，设置实验所需的温度。

[0051] 在该步骤中，控温部3的控制范围可以为0-100摄氏度。

[0052] 步骤S20：将待测岩芯样品100置于第一容器1内，并在第一容器1内部灌入渗吸液，用设置了沟通孔103的第一密封盖104将第一容器1密封。

[0053] 在该步骤中，需要将吸水仪倒置，因为正常竖直放置时，第一密封盖104上的沟通孔103会使渗吸液漏出从而影响安装。在第一容器1内灌入渗吸液时最好灌满，但也可以不灌满，对本实验无影响。

[0054] 步骤S30：将活塞203放在第二容器2的底部，关闭第一截止阀7，在第二容器2的第一腔室201内灌入与上述步骤S20中的渗吸液完全相同的渗吸液，尽量灌满。

[0055] 步骤S40：将步骤S20中准备好的第一容器1及其内容物一同从第二容器2上部垂直置入第一腔室201，第一容器1的测量部102朝上。开启第二截止阀13，使用第二密封盖204将第二容器2密封。再关闭第一截止阀7。

[0056] 步骤S50：开启与计量泵9与第一空气压缩机10。开启第一截止阀7使第二容器2下端与计量泵9相连通。通过计量泵9对活塞203的下端泵液以压缩活塞203上端的第一腔室201，获得实验所需的渗吸压力。通过第二压力传感器14对渗吸压力进行监控。

[0057] 步骤S60:保持温度压力条件不变直至目标渗吸实验时间结束。

[0058] 渗吸出的油和时间有关,因此本步骤中需要在温度压力条件不变的情况下,控制渗吸实验的时间。在上述步骤S50和S60中,压力的最大可以为70兆帕斯卡。

[0059] 步骤S70:关闭计量泵9和第一空气压缩机10。缓慢使第一截止阀7改向,使第二腔室202与第一储液罐11相连通并释放液压液与第二容器2内压力。

[0060] 步骤S80:打开第二密封盖204,将第一容器1部分取出直至可以读取测量部102的交换介质体积。

[0061] 步骤S70中第一截止阀7需要缓慢改向,并迅速执行步骤S80以获得加压过程中渗吸介质的交换量。为了能迅速打开第二密封盖204,可使用第二空气压缩机15对第一腔室201内少量加压。

[0062] 步骤S90:读取体积并记录渗吸量。

[0063] 如需进行周期加压渗吸实验,重复上述步骤S30至S90直至目标设计周期结束即可。进行周期渗吸实验可以测出岩芯样品100在不同周期的采油量。

[0064] 本说明书提供的测量装置主要通过将目标渗吸液与载有待测岩芯样品100的第一容器1一同放入第二容器2的第一腔室201中,通过调节计量泵9流量压缩活塞203以达到压力控制的目的。由于第一容器1内外压力得以通过沟通孔103得到平衡,渗吸过程得以在高压条件下进行。由于渗吸获得介质得以在测量部102被完全捕捉,渗吸体积可以通过测量部102的刻度进行计量。渗吸实验的温度可以通过控温部3进行设定。

[0065] 与现有技术相比,本说明书实施方式提供的测量装置具有如下有益效果:

[0066] 1、本测量装置能够测量高温高压条件下,一段时间内两相液体在页岩多孔介质中的交换量,也即能在高温高压的条件下对页岩岩芯的渗吸介质交换量进行测量。其中,两相液体分别为渗吸液和岩芯样品100内的油,对于岩芯样品100,一相液体渗入,另一相液体排出。

[0067] 2、利用本测量装置进行多次测量时操作简单、迅速,不需要重新加料,仅需要对上述步骤S30至S90进行重复,即可实现多周期测量。

[0068] 3、本测量装置主要对传统的阿莫特吸水仪的盖子进行改造即可进行试验,试验成本以及制作维修成本低,克服了页岩岩芯渗吸压力高而传统设备可承受压力低的缺点。

[0069] 4、本测量装置及方法所提供的测量量为直观读取的体积变化,所需其他辅助设备少,试验效果好,获得的结果直观可靠。

[0070] 现有技术中,即使想到要提高阿莫特吸水仪或第一容器1的耐压能力,可能想到采用耐压材料制作第一容器1,然而大多数耐压材料并不具有可视性,则难以观察实验结果。当然,具有可视性的耐压材料也是存在的,例如蓝宝石,然而其成本高昂。而本说明书实施方式提供的测量装置,既能够直接观察实验结果,又具有低成本的优点。

[0071] 需要说明的是,在本说明书的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的和区别类似的对象,两者之间并不存在先后顺序,也不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本说明书的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0072] 本文引用的任何数值都包括从下限值到上限值之间以一个单位递增的下值和上值的所有值,在任何下值和任何更高值之间存在至少两个单位的间隔即可。举例来说,如果阐述了一个部件的数量或过程变量(例如温度、压力、时间等)的值是从1到90,优选从20到

80，更优选从30到70，则目的是为了说明该说明书中也明确地列举了诸如15到85、22到68、43到51、30到32等值。对于小于1的值，适当地认为一个单位是0.0001、0.001、0.01、0.1。这些仅仅是想要明确表达的示例，可以认为在最低值和最高值之间列举的数值的所有可能组合都是以类似方式在该说明书明确地阐述了的。

[0073] 除非另有说明，所有范围都包括端点以及端点之间的所有数字。与范围一起使用的“大约”或“近似”适合于该范围的两个端点。因而，“大约20到30”旨在覆盖“大约20到大约30”，至少包括指明的端点。

[0074] 披露的所有文章和参考资料，包括专利申请和出版物，出于各种目的通过援引结合于此。描述组合的术语“基本由…构成”应该包括所确定的元件、成分、部件或步骤以及实质上没有影响该组合的基本新颖特征的其他元件、成分、部件或步骤。使用术语“包含”或“包括”来描述这里的元件、成分、部件或步骤的组合也想到了基本由这些元件、成分、部件或步骤构成的实施方式。这里通过使用术语“可以”，旨在说明“可以”包括的所描述的任何属性都是可选的。

[0075] 多个元件、成分、部件或步骤能够由单个集成元件、成分、部件或步骤来提供。另选地，单个集成元件、成分、部件或步骤可以被分成分离的多个元件、成分、部件或步骤。用来描述元件、成分、部件或步骤的公开“一”或“一个”并不说为了排除其他的元件、成分、部件或步骤。

[0076] 应该理解，以上描述是为了进行图示说明而不是为了进行限制。通过阅读上述描述，在所提供的示例之外的许多实施方式和许多应用对本领域技术人员来说都将是显而易见的。因此，本教导的范围不应该参照上述描述来确定，而是应该参照所附权利要求以及这些权利要求所拥有的等价物的全部范围来确定。出于全面之目的，所有文章和参考包括专利申请和公告的公开都通过参考结合在本文中。在前述权利要求中省略这里公开的主题的任何方面并不是为了放弃该主体内容，也不应该认为发明人没有将该主题考虑为所公开的发明主题的一部分。

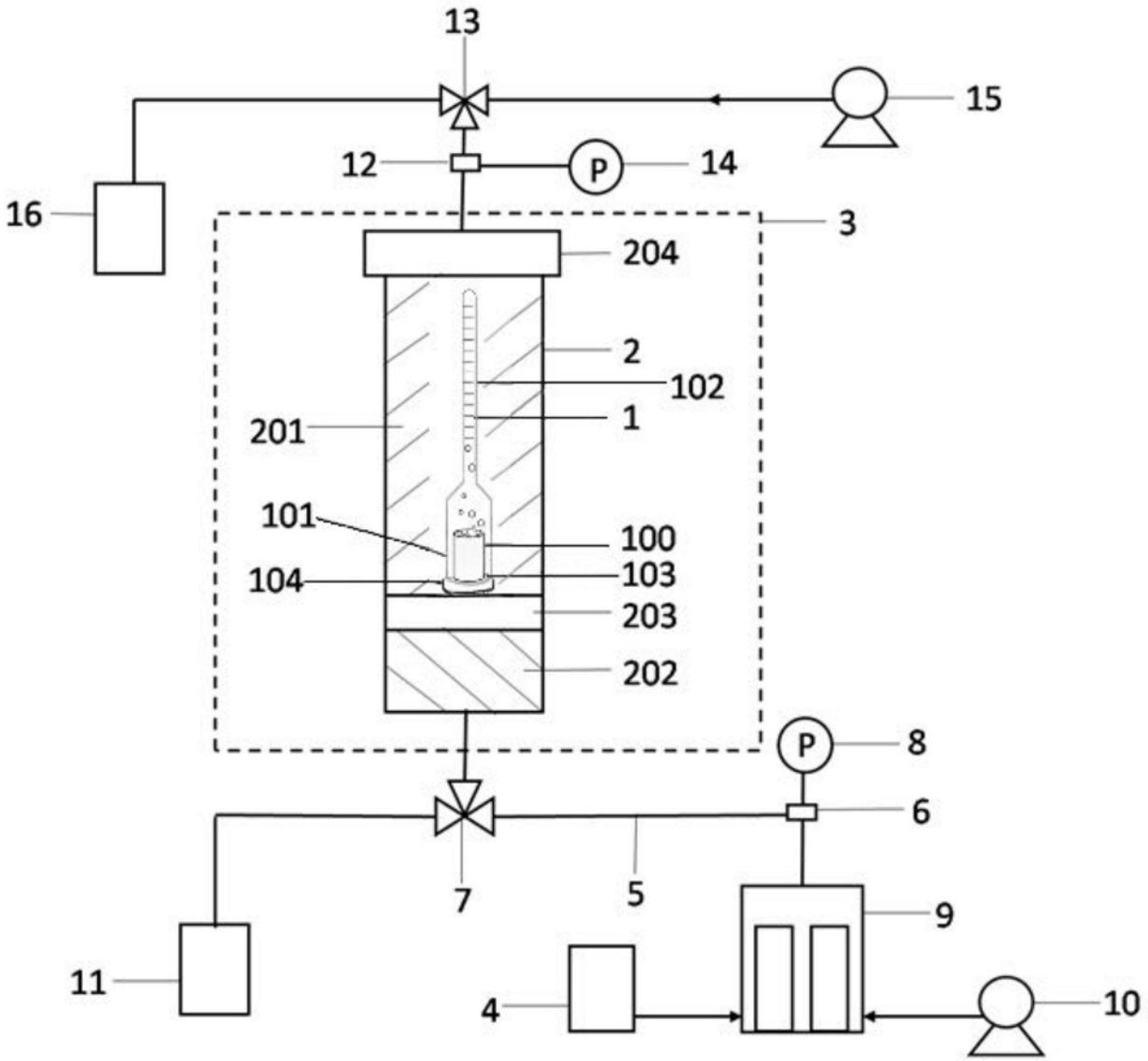

13
15
12
P
14
16
3
204
2
102
201
1
101
100
104
103
203
202
P
8
6
7
5
9
11
4
10

图1

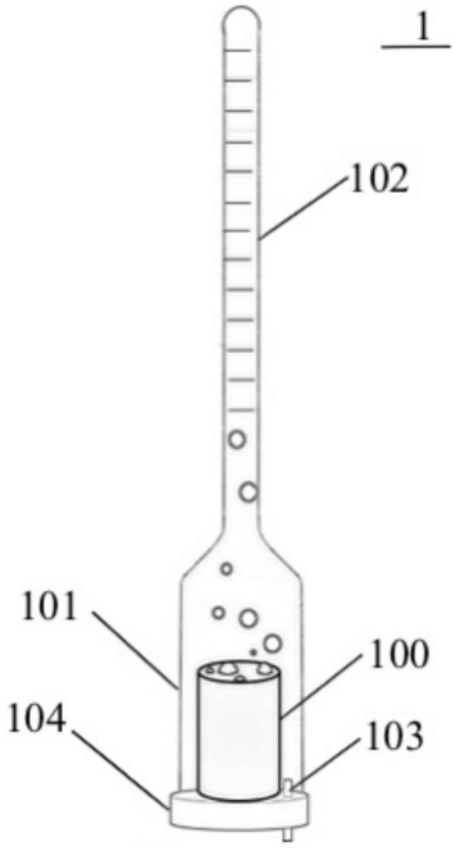


图2