



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111307609 A

(43)申请公布日 2020.06.19

(21)申请号 201911163938.4

(22)申请日 2019.11.25

(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 刘冬冬 潘占昆 黄治鑫 郭靖

李灿星 连梦利 蔡俊滢

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 张印铎 周达

(51)Int.Cl.

G01N 3/18(2006.01)

G01N 3/02(2006.01)

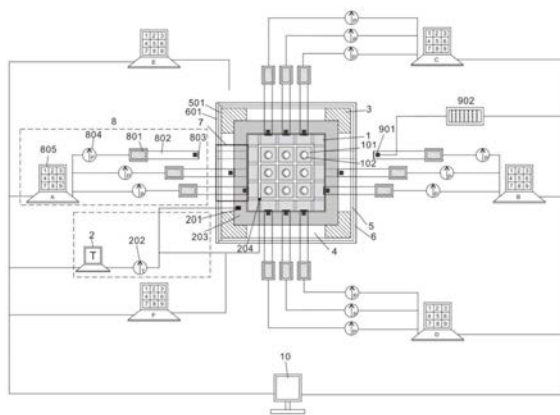
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

岩石裂缝模拟装置

(57)摘要

本申请公开一种岩石裂缝模拟装置,该装置包括:用于容纳岩石样品的模拟容器,所述模拟容器具有用于容纳岩石样品的容纳腔,所述模拟容器的壁面设有将所述容纳腔与所述模拟容器外部贯通的第一通孔,至少有两个所述第一通孔沿不同方向延伸;至少部分设于所述第一通孔内的施力部,所述施力部能通过所述第一通孔与所述岩石样品接触并对所述岩石样品施加大小可变的压力;位于所述模拟容器外部的控温部,所述控温部能对所述模拟容器和岩石样品加热。该岩石裂缝模拟装置能够模拟多种地应力环境,形成多种构造应力组合,以研究不同应力状态下形成的裂缝系统的特征规律。



1. 一种岩石裂缝模拟装置,其特征在于,包括:

用于容纳岩石样品的模拟容器,所述模拟容器具有用于容纳岩石样品的容纳腔,所述模拟容器的壁面设有将所述容纳腔与所述模拟容器外部贯通的第一通孔,至少有两个所述第一通孔沿不同方向延伸;

至少部分设于所述第一通孔内的施力部,所述施力部能通过所述第一通孔与所述岩石样品接触并对所述岩石样品施加大小可变的压力;

位于所述模拟容器外部的控温部,所述控温部能对所述模拟容器和岩石样品加热。

2. 根据权利要求1所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述模拟容器为立方体状,所述立方体各壁面的厚度相等;所述立方体的各壁面分别设有一个所述第一通孔。

3. 根据权利要求2所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述施力部包括应力加载板和应力加载杆,所述应力加载板设置于所述第一通孔内,所述应力加载板具有相背对的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述岩石样品相接触,所述第二表面和所述应力加载杆相接触。

4. 根据权利要求3所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,每个所述第一通孔内设有九个所述应力加载板,每个所述应力加载板之间、所述应力加载板和所述模拟容器的壁面之间设有预定距离;每个所述应力加载板对应一根所述应力加载杆;每个所述第一通孔对应一个应力加载单位,每个所述应力加载单位对应控制设于该第一通孔内的九根所述应力加载杆;

所述模拟容器的内壁面和所述应力加载板的第一表面设置抗腐蚀结构层。

5. 根据权利要求1所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述控温部包括:

设置在所述模拟容器外的加热炉;所述加热炉的壁面设置有供所述施力部穿过的第二通孔,所述加热炉的一个壁面设置有第一门板结构;

设置在所述岩石样品上的第一温度感应元件,用于测定所述岩石样品的温度;

设置在所述加热炉中的第二温度感应元件,用于测定所述加热炉的温度。

6. 根据权利要求5所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述岩石裂缝模拟装置还包括反应容器,所述反应容器位于所述加热炉外,所述反应容器与所述加热炉之间设有隔热层。

7. 根据权利要求6所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述反应容器的壁面设置有供所述施力部穿过的第三通孔;所述反应容器的一个壁面设置有第二门板结构。

8. 根据权利要求6所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述加热炉为立方体状,所述加热炉的八个顶角处各设有一个定位支脚,所述定位支脚分别和所述加热炉、所述反应容器相接触。

9. 根据权利要求6所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述反应容器外还设有保护壳,所述保护壳的壁面设置有供所述施力部穿过的第四通孔;所述保护壳的一个壁面设置有第三门板结构。

10. 根据权利要求1所述的岩石裂缝模拟装置,其特征在于,所述岩石裂缝模拟装置还包括:

观察部,所述观察部包括设置在所述施力部上的声发射传感器,以及与所述声发射传感器相连的声发射机箱;

与所述施力部、所述控温部、所述声发射机箱电连接的控制部,所述控制部还设有显示组件,用于显示所述岩石样品的温度和压力。

岩石裂缝模拟装置

技术领域

[0001] 本申请涉及石油开发技术领域,尤其涉及一种岩石裂缝模拟装置。

背景技术

[0002] 目前生产生活中对能源的需求正快速增长。现阶段,化石燃料在能源领域仍然处于不可替代的地位。随着油气资源勘探开发的高速发展,如何更快速、更高效地进行勘探开发,成为了重中之重。其中,影响油气资源勘探开发高效快捷、节省成本的关键之一,就是要利用好储层中发育的天然裂缝系统,以更低的成本、更高效的开发方案来进行油气资源的勘探开发。

[0003] 由于地层具有很强的非均质性,不同的地层会受到不同的应力作用。例如在走滑条件下,地层受到的应力为剪切应力;在埋藏过程中,地层主要受到上覆载荷。在不同应力状态下,不同储层中形成的裂缝系统往往区别很大。因此需要对不同储层的裂缝系统进行分别研究,不能简单认为储层均匀受力产生同样的裂缝系统。

[0004] 然而,目前关于模拟不同储层天然裂缝的问题一直没有得到深入研究。现有的裂缝模拟实验技术不能有效模拟上述储层受到的复杂应力状态。

发明内容

[0005] 鉴于现有技术的不足,本申请的目的之一是提供一种岩石裂缝模拟装置,其能够模拟多种地应力环境,形成多种构造应力组合,以研究不同应力状态下形成的裂缝系统的特征规律。

[0006] 为达到上述目的,本申请采用如下技术方案:

[0007] 一种岩石裂缝模拟装置,包括:

[0008] 用于容纳岩石样品的模拟容器,所述模拟容器具有用于容纳岩石样品的容纳腔,所述模拟容器的壁面设有将所述容纳腔与所述模拟容器外部贯通的第一通孔,至少有两个所述第一通孔沿不同方向延伸;

[0009] 至少部分设于所述第一通孔内的施力部,所述施力部能通过所述第一通孔与所述岩石样品接触并对所述岩石样品施加大小可变的压力;

[0010] 位于所述模拟容器外部的控温部,所述控温部能对所述模拟容器和岩石样品加热。

[0011] 作为一种优选的实施方式,所述模拟容器为立方体状,所述立方体各壁面的厚度相等;所述立方体的各壁面分别设有一个所述第一通孔。

[0012] 作为一种优选的实施方式,所述施力部包括应力加载板和应力加载杆,所述应力加载板设置于所述第一通孔内,所述应力加载板具有相背对的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述岩石样品相接触,所述第二表面和所述应力加载杆相接触。

[0013] 作为一种优选的实施方式,每个所述第一通孔内设有九个所述应力加载板,每个所述应力加载板之间、所述应力加载板和所述模拟容器的壁面之间设有预定距离;每个所

述应力加载板对应一根所述应力加载杆；每个所述第一通孔对应一个应力加载单位，每个所述应力加载单位对应控制设于该第一通孔内的九根所述应力加载杆；

[0014] 所述模拟容器的内壁面和所述应力加载板的第一表面设置抗腐蚀结构层。

[0015] 作为一种优选的实施方式，所述控温部包括：

[0016] 设置在所述模拟容器外的加热炉；所述加热炉的壁面设置有供所述施力部穿过的第二通孔，所述加热炉的一个壁面设置有第一门板结构；

[0017] 设置在所述岩石样品上的第一温度感应元件，用于测定所述岩石样品的温度；

[0018] 设置在所述加热炉中的第二温度感应元件，用于测定所述加热炉的温度。

[0019] 作为一种优选的实施方式，所述岩石裂缝模拟装置还包括反应容器，所述反应容器位于所述加热炉外，所述反应容器与所述加热炉之间设有隔热层。

[0020] 作为一种优选的实施方式，所述反应容器的壁面设置有供所述施力部穿过的第三通孔；所述反应容器的一个壁面设置有第二门板结构。

[0021] 作为一种优选的实施方式，所述加热炉为立方体状，所述加热炉的八个顶角处各设有一个定位支脚，所述定位支脚分别和所述加热炉、所述反应容器相接触。

[0022] 作为一种优选的实施方式，所述反应容器外还设有保护壳，所述保护壳的壁面设置有供所述施力部穿过的第四通孔；所述保护壳的一个壁面设置有第三门板结构。

[0023] 作为一种优选的实施方式，所述岩石裂缝模拟装置还包括：

[0024] 观察部，所述观察部包括设置在所述施力部上的声发射传感器，以及与所述声发射传感器相连的声发射机箱；

[0025] 与所述施力部、所述控温部、所述声发射机箱电连接的控制部，所述控制部还设有显示组件，用于显示所述岩石样品的温度和压力。

[0026] 有益效果：

[0027] 本申请实施方式所提供的岩石裂缝模拟装置，能够可控地还原在深层条件下储层的真实温度状态。通过在模拟容器的壁面上设置至少两个沿不同方向延伸的通孔，能够在至少两个方向通过施力部对岩石样品施加大小可变的压力，模拟实际地层中的应力环境，调整施力部施加压力的大小，形成不同的构造应力组合，能研究不同应力状态下，岩石样品形成的裂缝系统的特征规律。

[0028] 该岩石裂缝模拟装置既可以模拟多种不同应力大小、不同应力方向下的裂缝形成过程，也可以模拟原始细粒沉积物在不同温度和上覆载荷下的裂缝形成规律，同时记录下来反推其构造演化过程。并且本装置结构简单，安全可靠，拆装方便。

[0029] 参照后文的说明和附图，详细公开了本申请的特定实施方式，指明了本申请的原理可以被采用的方式。应该理解，本申请的实施方式在范围上并不因而受到限制。

[0030] 针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以相同或类似的方式在一个或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。

[0031] 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，但并不排除一个或多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本申请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申请的一些实施例,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。

[0033] 图1为本申请实施方式中所提供的一种岩石裂缝模拟装置的结构示意图;

[0034] 图2为本申请实施方式中所提供的一种模拟容器的结构示意图;

[0035] 图3为图2所示的模拟容器外设有加热炉的结构示意图;

[0036] 图4为图3所示的加热炉装有定位支脚的结构示意图;

[0037] 图5为图3所示的加热炉外设有反应容器的结构示意图;

[0038] 图6为图5所示的反应容器去掉5个壁面后的结构示意图;

[0039] 图7为图5所示的反应容器外设有保护壳的结构示意图;

[0040] 图8为设有施力部的岩石裂缝模拟装置的正视图;

[0041] 图9为图8的立体视图;

[0042] 图10为本申请实施方式中所提供的一种施力部的结构示意图。

[0043] 附图标记说明:

[0044] 1、模拟容器;101、应力加载板;102、应力加载杆嵌套孔;103、第一通孔;

[0045] 2、控温部;201、第二温度感应元件;202、温度显示单元;203、加热炉;204、第一温度感应元件;2031、第二通孔;

[0046] 3、定位支脚;

[0047] 4、隔热层;

[0048] 5、反应容器;501、第二门板结构;502、第三通孔;

[0049] 6、保护壳;601、第三门板结构;602、第四通孔;

[0050] 7、进样门;

[0051] 8、施力部;801、伺服电机;802、应力加载杆;803、压力感应元件;804、压力显示单元;805、应力加载单位;

[0052] 901、声发射传感器;902、声发射机箱;

[0053] 10、控制部。

具体实施方式

[0054] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都应当属于本申请保护的范围。

[0055] 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。

[0056] 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申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请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,不是旨在于限制本申请。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。

[0057] 为了便于说明,将读者面对图2至图9时,向上的方向定义为“上”,向下的方向定义为“下”。将读者面对图1至图9时,左手的方向定义为“左”,右手的方向定义为“右”。将读者面对图2至图9时,面对读者的方向定义为“前”,背对读者的方向定义为“后”。

[0058] 请参阅图1。本申请实施方式中提供一种岩石裂缝模拟装置,该装置包括:模拟容器1、施力部8和控温部2。

[0059] 其中,所述模拟容器1用于容纳岩石样品。所述模拟容器1具有用于容纳岩石样品的容纳腔,所述模拟容器1的壁面设有将所述容纳腔与所述模拟容器1外部贯通的第一通孔103,至少有两个所述第一通孔103沿不同方向延伸。所述施力部8至少部分设于所述第一通孔103内。所述施力部8能通过所述第一通孔103与所述岩石样品接触并对所述岩石样品施加大小可变的压力。所述控温部2位于所述模拟容器1外部。所述控温部2能对所述模拟容器1和岩石样品加热。

[0060] 本申请实施方式所提供的岩石裂缝模拟装置,能够可控地还原在深层条件下储层的真实温度状态。通过在模拟容器1的壁面上设置至少两个沿不同方向延伸的通孔,能够在至少两个方向通过施力部8对岩石样品施加大小可变的压力,模拟实际地层中的应力环境,调整施力部8施加压力的大小,形成不同的构造应力组合,能研究不同应力状态下,岩石样品形成的裂缝系统的特征规律。

[0061] 该岩石裂缝模拟装置既可以模拟多种不同应力大小、不同应力方向下的裂缝形成过程,也可以模拟原始细粒沉积物在不同温度和上覆载荷下的裂缝形成规律,同时记录下来反推其构造演化过程。并且本装置结构简单,安全可靠,拆装方便。

[0062] 本申请实施方式对模拟容器1的形状不做特别的限定,例如,可以为球状、圆柱状、长方体状。如图2所示,在本申请实施方式中,所述模拟容器1为立方体状。所述立方体各壁面的厚度相等,以使得容纳腔也为正方体状。如此,可将岩石样品制作成正方体状放入容纳腔中,便于后续试验。所述立方体的各壁面分别设有一个所述第一通孔103。即,立方体的上壁面、下壁面、左壁面、右壁面均设有所述第一通孔103,以实现从各方向对岩石样品施加压力,以更好地模拟实际地层中的应力环境。

[0063] 在本申请实施方式中,所述施力部8包括应力加载板101和应力加载杆802。如图2所示,所述应力加载板101设置于所述第一通孔103内。所述应力加载板101具有相背对的第一表面和第二表面,所述第一表面和所述岩石样品紧密接触,所述第二表面和所述应力加载杆802紧密接触。

[0064] 为了更好地模拟实际地层中的应力环境,在每个所述第一通孔103内设有九个所述应力加载板101。可以设置第一通孔103的形状为正方形,应力加载板101也为正方形,如图2所示。其中,第一通孔103可以由一个内部中空、有一定壁面厚度的正立方体、立方体六个面分别切割掉一块厚度与立方体壁面相等的正方形薄板形成。每个第一通孔103中的九个应力加载板101体积相同、厚度与立方体壁面相等。每个所述应力加载板101之间、所述应力加载板101和所述模拟容器1的壁面之间设有预定距离,防止应力加载板101在高温下发生膨胀,相互挤压。

[0065] 具体的,如图8和图9所示,每个所述应力加载板101对应一根所述应力加载杆802。

每个所述第一通孔103对应一个应力加载单位805,每个所述应力加载单位805对应控制设于该第一通孔103内的九根所述应力加载杆802。其中,每个所述应力加载单位805可以包括九个伺服电机801,九个伺服电机801分别为九根应力加载杆802提供动力。应力加载杆802靠近岩石样品的一端的端面上可以设有压力感应元件803,其位于应力加载杆802与应力加载板101之间,与应力加载单位805的压力显示单元804电连接,从而可以获得每个应力加载杆802对岩石样品施加的压力大小。具体的,如图1所示,有A、B、C、D、E、F六个独立的应力加载单位805,用于控制岩石样品各受力部位的压力。

[0066] 在本申请实施方式中,每个应力加载单位805可控制九根应力加载杆802,在伺服电机801驱动下,每根应力加载杆802可产生不同的应力,可以实现稳定增压条件下多种复杂应力环境的裂缝模拟,以及恒速恒压状态下的成岩裂缝模拟。本申请实施方式提供的岩石裂缝模拟装置可以实现对岩石样品的六个面分别施加大小不同的压力,并且在每个壁面上还可以施加九处大小不同的压力。对岩石样品施加不同方向不同大小的压力,可以模拟不同地层状态下所受应力情景。

[0067] 在本申请实施方式中,模拟容器1和应力加载板101可以采用高强度抗压耐高温材料制造。例如可选取钛铬镍合金材料。其中,模拟容器1的内壁面和应力加载板101的第一表面可以设置抗腐蚀结构层。该抗腐蚀结构层可以选用镁合金或钛合金。

[0068] 在本申请实施方式中,所述控温部2包括加热炉203、第一温度感应元件204和第二温度感应元件201。如图3所示,所述加热炉203设置在所述模拟容器1外。加热炉203是一个中空的正立方体,其内部能够装入模拟容器1。所述加热炉203的壁面设置有供所述施力部8穿过的第二通孔2031。

[0069] 所述加热炉203的一个壁面设置有第一门板结构,用于打开以放置或取出岩石样品。所述第一门板结构可以是加热炉203一个壁面的一部分,也可以是将加热炉203的一个壁面(例如左壁面)整体作为第一门板结构。在本申请实施方式中,加热炉203左壁上设置有边长与第一通孔103相等、厚度与加热炉203壁面厚度相等的第一门板结构。

[0070] 所述第一温度感应元件204设置在所述岩石样品上,用于测定所述岩石样品的温度。所述第二温度感应元件201设置在所述加热炉203中,用于测定所述加热炉203的温度。第一温度感应元件204和第二温度感应元件201可以和温度显示单元202电连接,控温部2根据温度显示单元202的数据调整加热炉203的温度以及岩石样品的温度。同时测定加热炉203和岩石样品的温度,可以使所得的反应温度更准确。

[0071] 在本申请实施方式中,所述岩石裂缝模拟装置还包括反应容器5。如图5和图6所示,所述反应容器5位于所述加热炉203外。反应容器5是一个中空的正立方体,其内部能够装入加热炉203和模拟容器1。所述反应容器5与所述加热炉203之间设有隔热层4。隔热层4优选采用耐火保温材料。加热炉203与反应室之间的空间内均有隔热材料充填。

[0072] 所述反应容器5的壁面设置有供所述施力部8穿过的第三通孔502。其中,第三通孔502和第二通孔2031组成了应力加载杆嵌套孔102,共同用于容纳施力部8的应力加载杆802。所述反应容器5的一个壁面设置有第二门板结构501,用于打开以放置或取出岩石样品。所述第二门板结构501可以是反应容器5一个壁面的一部分,也可以是将反应容器5的一个壁面(例如左壁面)整体作为第二门板结构501。在本申请实施方式中,将反应容器5的左壁面作为第二门板结构501,方便组装拆卸。反应容器5应当具有耐高温、耐高压的特性,能

够将反应控制在其腔体内。反应容器5可以采用钛铬镍合金材料制成,从而具有硬度大、熔点高、抗腐蚀性强的优点。

[0073] 优选的,所述加热炉203为立方体状。如图4所示,所述加热炉203的八个顶角处各设有一个定位支脚3。所述定位支脚3分别和所述加热炉203、所述反应容器5相接触。所述定位支脚3也采用耐火保温材料,例如石棉橡胶板。由于实验过程中,应力发生在六个方向上,且应力大小不一样,设置定位支脚3可以对反应容器5加以固定,防止反应容器5发生破坏。

[0074] 在本申请实施方式中,如图7所示,所述反应容器5外还设有保护壳6,保护壳6将反应容器5和外界环境隔离,保证实验的安全进行。保护壳6可以采用较大厚度的钛铬镍合金材料制成。所述保护壳6的壁面设置有供所述施力部8穿过的第四通孔602。其中,第四通孔602、第三通孔502和第二通孔2031组成了应力加载杆嵌套孔102,共同用于容纳施力部8的应力加载杆802。第四通孔602、第三通孔502和第二通孔2031可以与应力加载板101同中心,且半径较小,能容纳应力加载杆802即可。

[0075] 所述保护壳6的一个壁面设置有第三门板结构601,用于打开以放置或取出岩石样品。所述第三门板结构601可以是保护壳6一个壁面的一部分,也可以是将保护壳6的一个壁面(例如左壁面)整体作为第三门板结构601。在本申请实施方式中,将保护壳6的左壁面作为第三门板结构601,方便组装拆卸。

[0076] 在本申请实施方式中,第一门板结构、第二门板结构501、第三门板结构601共同组成进样门7。依次打开上述门板结构,即打开进样门7,并将该面上的九块应力加载板101取出,即可可将岩石样品放入模拟装置的容纳腔或从容纳腔中取出。

[0077] 在本申请实施方式中,所述岩石裂缝模拟装置还包括观察部,用于检测所述岩石样品的裂缝产生情况。观察部可以包括设置在所述施力部8上的声发射传感器901,以及与所述声发射传感器901相连的声发射机箱902。具体的,如图10所示,声发射传感器901可以安装于应力加载杆802中靠近岩石样品的一端。在每面有九根应力加载杆802的情况下,优选的,可以在该面的四个顶点和中心处的应力加载杆802中设置声发射传感器901。声发射传感器901连接有电缆,电缆另一端与声发射机箱902相连接。该声发射机箱902可以为多通道声发射机箱902。声发射传感器901需要耐高温,能够在高温环境下正常工作。多个声发射传感器901记录的信息通过电缆传回多通道声发射机箱902,再返回电脑中。

[0078] 当然,所述观察部还可以包括岩石CT机(CT:Computed Tomography,电子计算机断层扫描)。具体的,实验前,可以对岩石样品进行岩石CT扫描,明确岩石样品在实验前的孔隙空间形态。实验过程中可以通过声发射传感器901进行裂缝模拟检测。实验完成后可以将岩石样品取出,通过岩石CT机进一步观察岩石样品的裂缝发育情况,与实验前的岩石CT孔隙形态图进行对比。

[0079] 在本申请实施方式中,所述岩石裂缝模拟装置还包括控制部10。控制部10与所述施力部8、所述控温部2、所述声发射机箱902电连接。具体的,控制部10与施力部8的应力加载单位805电连接。控制部10可以控制对岩石样品不同方向施力的大小,控制岩石样品的温度,以及接收声发射传感器901传回的信息从而监测岩石样品的裂缝情况。所述控制部10还设有显示组件,用于显示、记录所述岩石样品的温度、压力和裂缝模拟进程变化。其中,该控制部10具体可以是计算机,当然,该控制部10还可以为其他形式,本申请在此并不作具体的限定。

[0080] 需要说明的是,在本申请的描述中,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,在本申请的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0081] 本文引用的任何数字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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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。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。

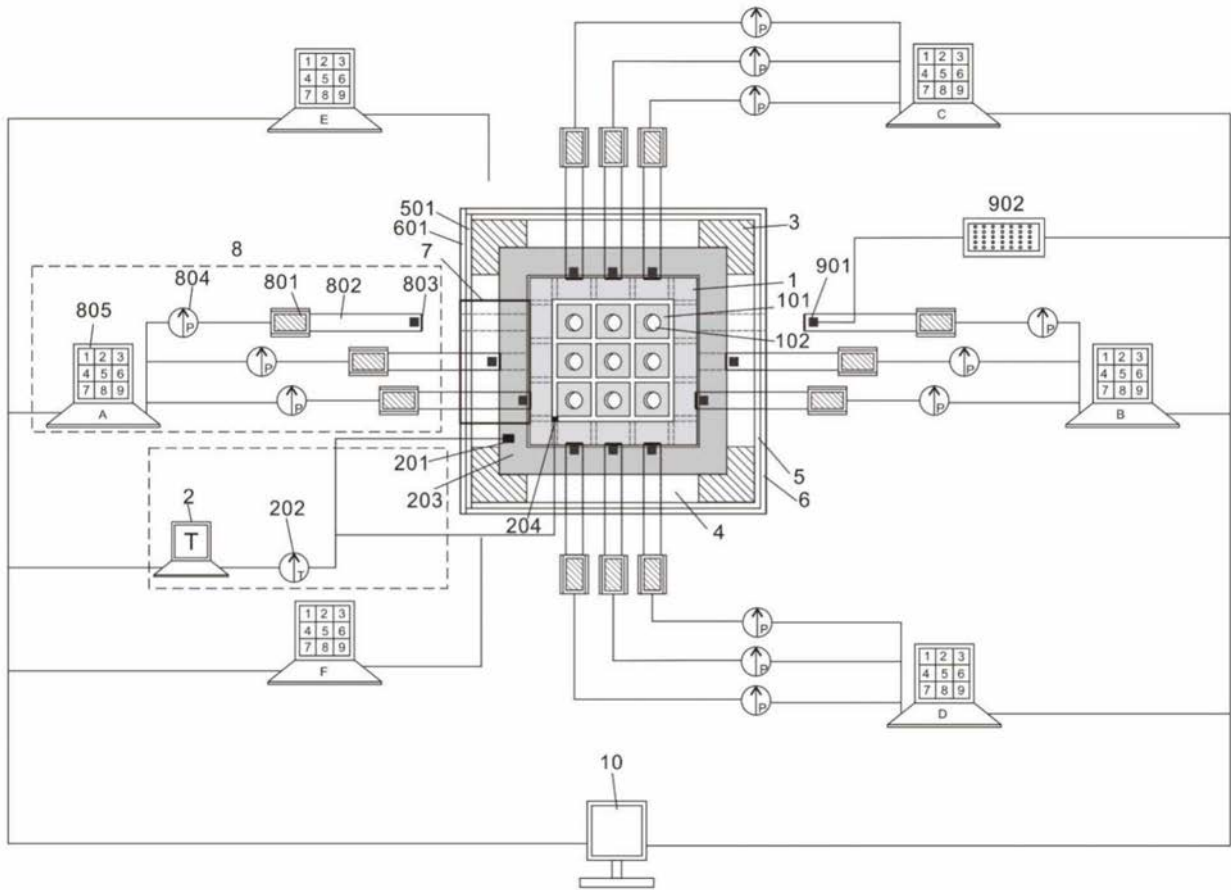


图1

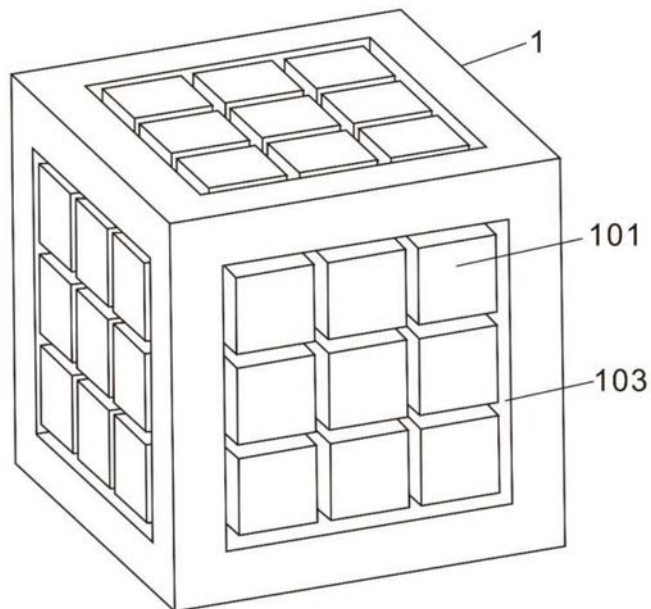


图2

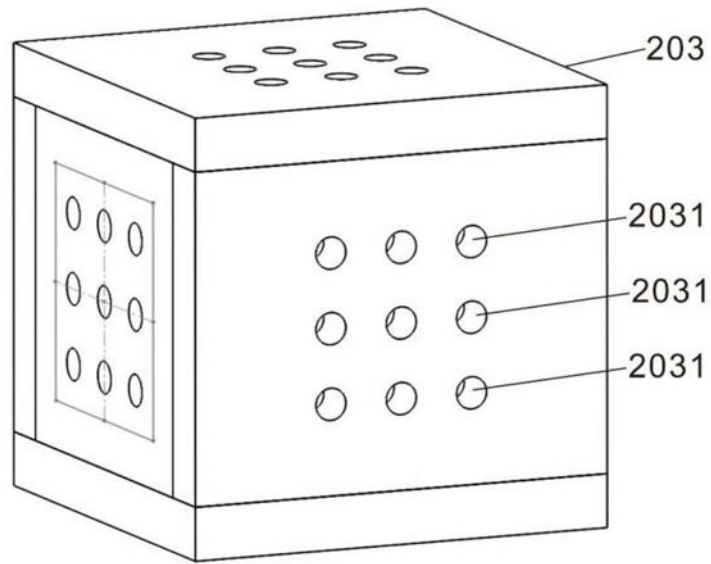


图3

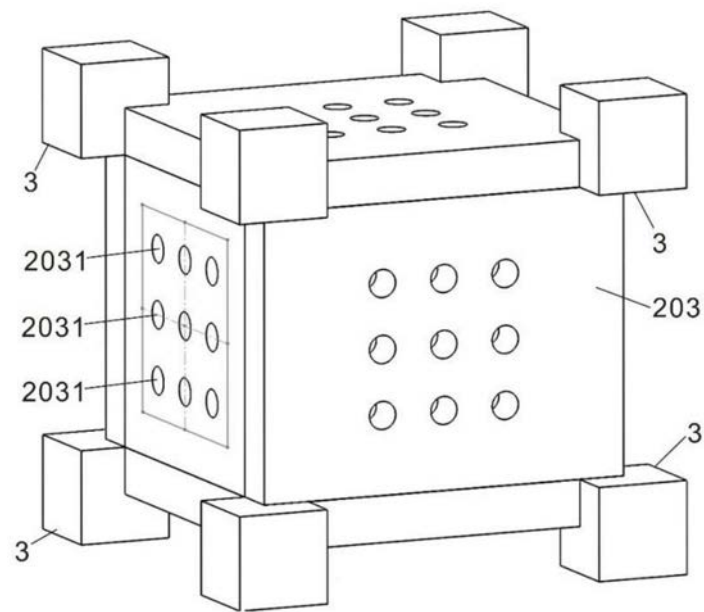


图4

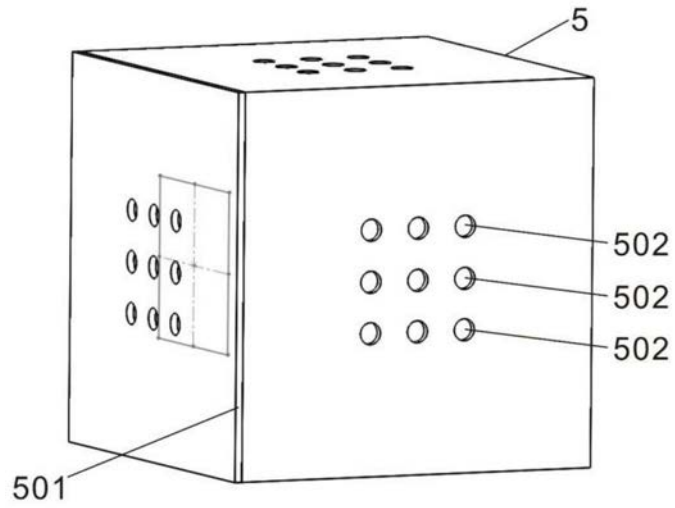


图5

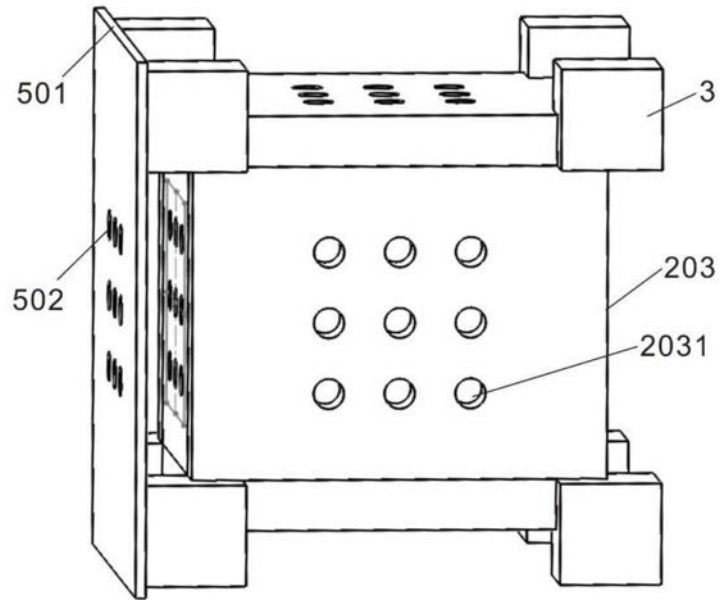


图6

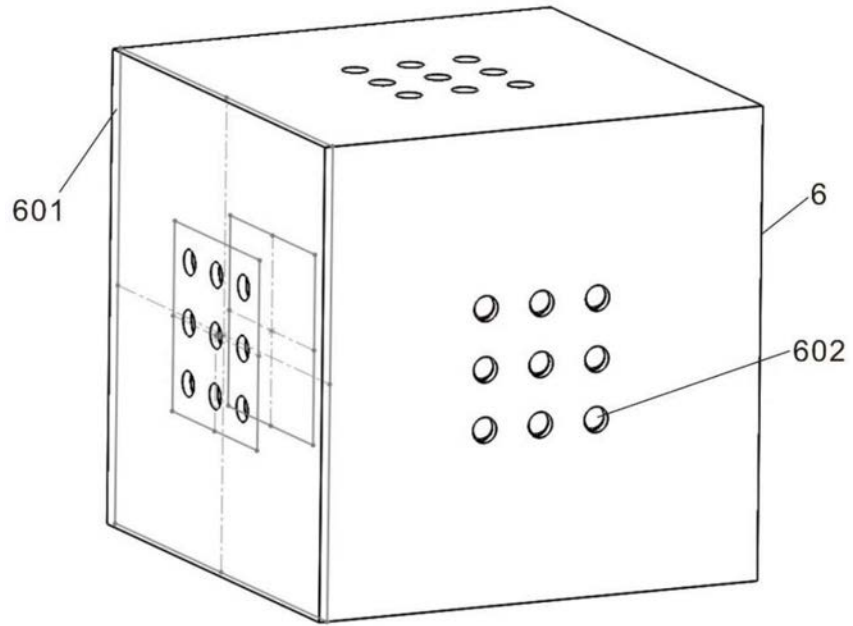


图7

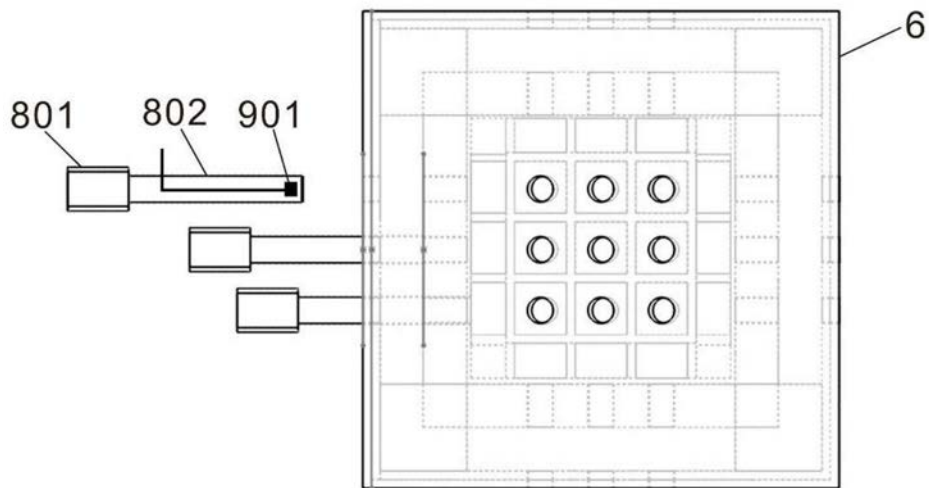


图8

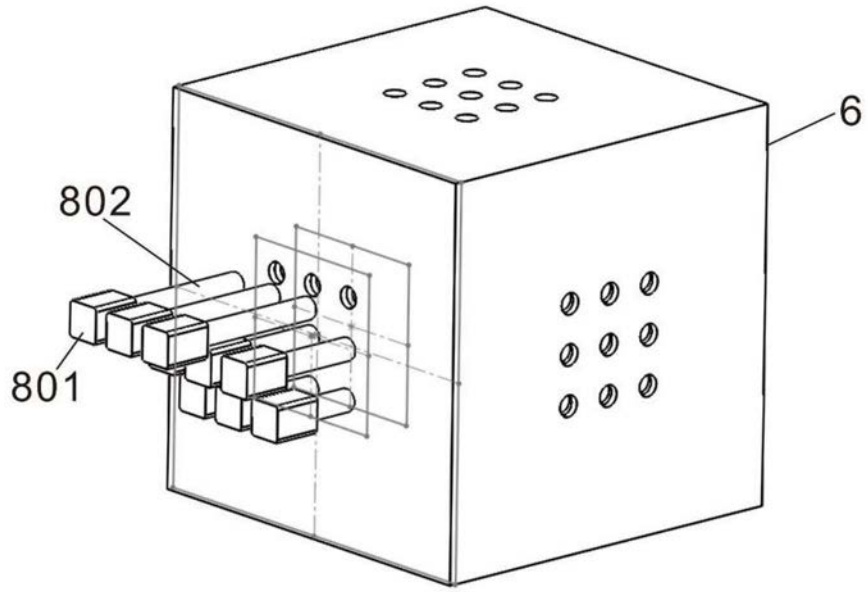


图9

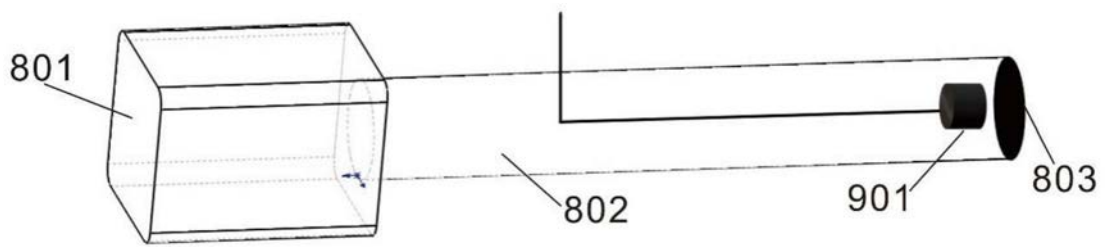


图10