



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203869923 U

(45) 授权公告日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201420264956. 8

(22) 申请日 2014. 05. 22

(73) 专利权人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段  
111 号

(72) 发明人 罗强 卢良青 张良 蒋良潍  
侯振斌 孟伟超 阮红枫 邹亮明  
赵明志 梁多伟

(74) 专利代理机构 成都博通专利事务所 51208

代理人 陈树明

(51) Int. Cl.

G01N 1/28 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

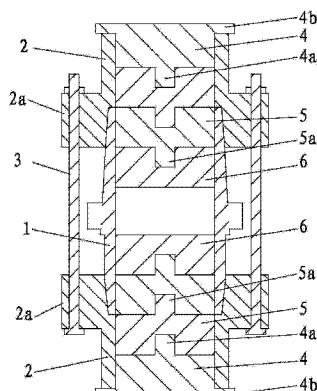
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 实用新型名称

三轴试验试样制备的对称分层压样设备

(57) 摘要

一种三轴试验试样制备的对称分层压样设备，该设备的构成主要是：土样筒两端的外壁均与延伸筒内壁的卡槽套合，延伸筒非卡槽部位的内壁直径与土样筒的内壁直径相等；延伸筒及土样筒内套垫块套件，垫块套件的组成是：外垫块背面端的外周向外凸起形成盖沿，外垫块正面中心设有带螺纹的凸起；中间垫块背面中心有螺纹孔，正面中心有带螺纹的凸起，中间垫块有两个；内垫块背面设有螺纹孔，正面平整；外垫块、中间垫块、内垫块之间通过凸起与相应螺纹孔螺纹连接；内垫块与外垫块的高度之和减去盖沿厚度等于延伸筒非卡槽部位高度。该设备制得的试样均匀性好，可使三轴试验的试验结果更精确、可靠。



1. 一种三轴试验试样制备的对称分层压样设备,其特征在于:

圆柱形的土样筒(1)的两端头的外壁均与延伸筒(2)内壁的卡槽套合,延伸筒(2)卡槽部位的外周面向外凸起形成凸缘(2a),延伸筒(2)非卡槽部位的内壁直径与土样筒的内壁直径相等;土样筒(1)两端头的延伸筒(2)的凸缘(2a)之间通过螺杆(3)连接;

所述的延伸筒(2)及土样筒(1)内套垫块套件,垫块套件的组成是:

外垫块(4)的背面端的外周面向外凸起形成盖沿(4b),外垫块(4)的正面中心设有带螺纹的凸起(4a);中间垫块(5)的背面中心设有螺纹孔,正面中心设有带螺纹的凸起(5a),中间垫块(5)有两个;内垫块(6)的背面设有螺纹孔,正面平整;外垫块(4)的凸起(4a)与第一个中间垫块(5)的螺纹孔螺纹连接,第一个中间垫块(5)的凸起(5a)与第二个中间垫块(5)的螺纹孔螺纹连接,第二个中间垫块(5)的凸起与内垫块(6)的螺纹孔螺纹连接;延伸筒(2)及土样筒(1)内套垫块套件的具体方式是:将垫块套件的内垫块端插入延伸筒(2)及土样筒(1)的内腔,并使外垫块(4)的盖沿(4b)抵紧延伸筒(2)的口沿;

所述的内垫块(6)和中间垫块(5)的高度均等于土样筒(1)高度的1/5;内垫块(6)与外垫块(4)的高度之和减去盖沿(4b)的厚度等于延伸筒(2)非卡槽部位的高度。

2. 根据权利要求1所述的三轴试验试样制备的对称分层压样设备,其特征在于:所述的土样筒(1)的两端头的外壁呈向土样筒(1)端面逐渐缩小的圆锥形,延伸筒(2)内壁的卡槽也呈向土样筒(1)端面逐渐缩小的圆锥形。

## 三轴试验试样制备的对称分层压样设备

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种三轴试验试样制备的对称分层压样装置及制样方法。

### 背景技术

[0002] 土工（土木工程）试验中的三轴试验所用试样分为原状土试样和扰动土试样两种。扰动土试样的制备主要包括选取土样、风干（或烘干）、碾散、过筛、配土、制样等程序。其中，制样是非常关键的一步，现阶段主要有双面压样法和分层击实法。

[0003] 双面压样法：是将制样所需土样全部倒入制样筒，测量压头与土样接触时的试样高度，计算与最终需要的试样高度的差值，控制压头下降速度，当压头下降到设计高度时，将试样反转过来，控制加载时间及载荷大小，直至所需的试样高度。此方法制样过程中因制样未分层，土样与筒壁之间产生较大的累积摩擦力，使得试样中间的密实度相对两端要小，造成试样不均匀，试验误差大。

[0004] 分层击实法：如《铁路工程土工试验规程》(TB10102-2004) 中第 18.3.3 款所述，用带有击实板的击锤将制样所需土样在击实筒内分层击实，分层层数为 3～8 层，每层土样质量应相等，每层接触面应刨毛，击完最后一层，将击实筒内的试样两端整平。该方法在制样过程中存在如下缺点：

[0005] 1、制样过程中，试样的密实度用体积控制，由于制样筒的直径是固定的，所以密实度通过高度进行控制；每层土样质量相等，击实后的各层预计高度也应相等。但由于，在击实筒底部击完第一层土样并将表面刨毛后，直接在第一层土样上击实第二层土样，然后自下而上依次击实第三层至最后一层；因此，其第一层土样所受击实次数最多，击实功最大；制样完成后第一层土样的高度将小于预计高度，相反，最后一层土样的高度将大于预计高度。导致试样的密实度自下而上逐渐降低，上下两端的差别最大，造成试样的密实度不均匀，由于三轴试验过程中，试样的两端是直接受力面，这种不均匀性会严重干扰试样的受力状态，使得试验数据偏差较大。

[0006] 2、制样过程中，需通过观察直尺的刻度判断每层土样击实是否达到要求的高度，各层土样击实后的厚度将受到较大的人为因素影响，也会产生误差。

[0007] 3、制样过程中，每层土样的击实均由人工操作，较难保证击锤导杆在击实过程中保持竖直，易造成各层土样表面不水平。同时，根据规范要求，当最后一层土样表面（试样端面）不水平时，需对试样端面进行整平处理，但整平处理难度较大、耗时较长，会大大降低制样效率。并且整平操作也会对试样造成较大的扰动，降低试样端面的均匀性降低。

### 实用新型内容

[0008] 本实用新型的目的在于提供一种三轴试验试样制备的对称分层压样设备，使用该设备进行制样，可以精确控制每层土样的压实高度和端面的水平，制得的试样样均匀性更好，从而使三轴试验的试验误差小，试验结果更精确、可靠；并且其操作方便、试样的制备效率更高。

[0009] 本实用新型实现其发明目的所采取的技术方案是，一种三轴试验试样制备的对称分层压样设备，其特征在于：

[0010] 圆柱形的土样筒的两端头的外壁均与延伸筒内壁的卡槽套合，延伸筒卡槽部位的外周面向外凸起形成凸缘，延伸筒非卡槽部位的内壁直径与土样筒的内壁直径相等；土样筒两端头的延伸筒的凸缘之间通过螺杆连接；

[0011] 所述的延伸筒及土样筒内套垫块套件，垫块套件的组成是：

[0012] 外垫块的背面端的外周面向外凸起形成盖沿，外垫块的正面中心设有带螺纹的凸起；中间垫块的背面中心设有螺纹孔，正面中心设有带螺纹的凸起，中间垫块有两个；内垫块的背面设有螺纹孔，正面平整；外垫块的凸起与第一个中间垫块的螺纹孔螺纹连接，第一个中间垫块的凸起与第二个中间垫块的螺纹孔螺纹连接，第二个中间垫块的凸起与内垫块的螺纹孔螺纹连接；延伸筒及土样筒内套垫块套件的具体方式是：将垫块套件的内垫块端插入延伸筒及土样筒的内腔，并使外垫块的盖沿抵紧延伸筒的口沿；

[0013] 所述的内垫块和中间垫块的高度均等于土样筒高度的 1/5；内垫块与外垫块的高度之和减去盖沿的厚度等于延伸筒非卡槽部位的高度。

[0014] 进一步，本实用新型的土样筒的两端头的外壁呈向土样筒端面逐渐缩小的圆锥形；延伸筒内壁的卡槽也呈向土样筒端面逐渐缩小的圆锥形。

[0015] 本实用新型的工作原理和过程是：

[0016] A、将插入延伸筒及土样筒内腔上端的垫块套件取出，再将质量为试样总质量 1/5 的第一层土样填入土样筒及延伸筒内；再将取出的垫块套件沿上端的延伸筒内壁套入延伸筒及土样筒中，直至盖沿抵紧延伸筒的口沿，将所填入的土样压实至所需的密实度；

[0017] B、将整个压样设备第一次翻转 180°，取出位于延伸筒及土样筒内腔上端的垫块套件，将压实后土样的临空面刨毛，将质量为试样总质量 1/5 的第二层土样填入土样筒及延伸筒内；将取出的垫块套件卸掉第二个中间垫块，使外垫块的凸起与第一个中间垫块的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒内壁套入延伸筒及土样筒中，直至盖沿抵紧延伸筒的口沿，将所填入的第二层土样压实至所需的密实度；

[0018] C、将整个压样设备第二次翻转 180°，取出延伸筒及土样筒内腔上端的垫块套件，将压实后第一层土样的临空面刨毛，将质量为试样总质量 1/5 的第三层土样填入土样筒及延伸筒内；将取出的垫块套件卸掉第二个中间垫块，使外垫块的凸起与第一个中间垫块的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒内壁套入延伸筒及土样筒中，直至盖沿抵紧延伸筒的口沿，将所填入的第三层土样压实至所需的密实度；

[0019] D、将整个压样设备第三次翻转 180°，取出位于延伸筒及土样筒内腔上端的垫块套件，将压实后第二层土样的临空面刨毛，再将质量为试样总质量 1/5 的第四层土样填入土样筒及延伸筒内；将取出的垫块套件卸掉第一个中间垫块，使外垫块的凸起与内垫块的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒内壁套入延伸筒及土样筒中，直至盖沿抵紧延伸筒的口沿，使沿上端的延伸筒内壁压入延伸筒及土样筒中，直至盖沿抵紧延伸筒的口沿，将所填入的第四层土样压实至所需的密实度；

[0020] E、将整个压样设备第四次翻转 180°，取出插入延伸筒及土样筒内腔上端的垫块套件，将压实后第三层土样的临空面刨毛，再将质量为试样总质量 1/5 的第五层土样填入土样筒及延伸筒内；将取出的垫块套件卸掉第一个中间垫块，使外垫块的凸起与内垫块的

螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒内壁套入延伸筒及土样筒中，直至盖沿抵紧延伸筒的口沿，将所填入的第五层土样压实至所需的密实度，即完成试样制备。

[0021] 与现有技术相比，本实用新型的有益效果是：

[0022] 一、制样过程中，土样筒及两端头的延伸筒可以整体  $180^{\circ}$  上下翻转，垫块套件可以自由装配，在土样筒中部的对称位置压制第一层土样，之后四层土样对称分布于第一层土样的两端进行压制，使得制备完成后的试样整体的两端更均匀。

[0023] 二、制样过程中，采用静压力而非冲击荷载，第一层压制完成的土样受之后各层土样压制的干扰相对于分层击实法制样时小，制备的第一层土样与后续几层土样的密实度差异性小，5 层土样构成的整体试样的均匀性更好。

[0024] 三、制样过程中，每个中间垫块等高，每层土样高度由盖沿抵紧延伸筒的口沿来控制，其控制标准自动保持高度的一致性。因此，每层土样压制后的密实度保持一致，实现了试样的等质量、等高度分层压制，试样制备更均匀，制样效率更高。

[0025] 四、制样过程中，每层土样的端面水平程度由盖沿抵紧延伸筒的口沿来控制，各垫块的端面均与延伸筒的口沿水平，使压实后每层土样的端面水平，免去了对试样端面的整平过程，避免了整平时对试样的扰动。

[0026] 五、制样过程中，由于分层制备，且制样方向不断变化，使得对称分层压样法制样过程中减小了土样与筒壁之间摩擦力的干扰。

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步的详细说明。

## 附图说明

[0028] 图 1 是本实用新型实施例的压样设备的剖视结构示意图。

[0029] 图 2 是本实用新型实施例的压样设备去掉上端、下端的垫块套件后的剖视结构示意图。

[0030] 图 3a 是本实用新型实施例的压样设备在完成第一层土样压制时的示意图。

[0031] 图 3b 是本实用新型实施例的压样设备在完成第二层压制时的示意图。

[0032] 图 3c 是本实用新型实施例的压样设备在完成第五层土样压制（整个试样已制成）时的示意图。

[0033] 图 4 是本实用新型实施例方法与分层击实法分别制得的四个试样（共八个试样），进行非饱和三轴试验得到的应力应变关系曲线图。

## 具体实施方式

[0034] 图 1、2 示出，本实用新型的具体实施方式是一种三轴试验试样制备的对称分层压样设备，其中：

[0035] 圆柱形的土样筒 1 的两端头的外壁均与延伸筒 2 内壁的卡槽套合，延伸筒 2 卡槽部位的外周面向外凸起形成凸缘 2a，延伸筒 2 非卡槽部位的内壁直径与土样筒的内壁直径相等；土样筒 1 两端头的延伸筒 2 的凸缘 2a 之间通过螺杆 3 连接；

[0036] 所述的延伸筒 2 及土样筒 1 内套垫块套件，垫块套件的组成是：

[0037] 外垫块 4 的背面端的外周面向外凸起形成盖沿 4b，外垫块 4 的正面中心设有带螺纹的凸起 4a；中间垫块 5 的背面中心设有螺纹孔，正面中心设有带螺纹的凸起 5a，中间垫块

5有两个；内垫块6的背面设有螺纹孔，正面平整；外垫块4的凸起4a与第一个中间垫块5的螺纹孔螺纹连接，第一个中间垫块5的凸起5a与第二个中间垫块5的螺纹孔螺纹连接，第二个中间垫块5的凸起与内垫块6的螺纹孔螺纹连接；延伸筒2及土样筒1内套垫块套件的具体方式是：将垫块套件的内垫块端插入延伸筒2及土样筒1的内腔，并使外垫块4的盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿；

[0038] 所述的内垫块6和中间垫块5的高度均等于土样筒1高度的1/5；内垫块6与外垫块4的高度之和减去盖沿4b的厚度等于延伸筒2非卡槽部位的高度。

[0039] 本例的土样筒1的两端头的外壁呈向土样筒1端面逐渐缩小的圆锥形，延伸筒2内壁的卡槽也呈向土样筒1端面逐渐缩小的圆锥形。

[0040] 图3a、图3b和图3c示出，一种使用本例的三轴试验试样制备的对称分层压样设备的制样方法，所述的试样按5层分层压实制备，其具体操作步骤如下：

[0041] A、将插入延伸筒2及土样筒1内腔上端的垫块套件取出，再将质量为试样总质量1/5的第一层土样7a填入土样筒1及延伸筒2内；再将取出的垫块套件沿上端的延伸筒2内壁套入延伸筒2及土样筒1中，直至盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿，将所填入的土样7a压实至所需的密实度；

[0042] B、将整个压样设备第一次翻转180°，取出位于延伸筒2及土样筒1内腔上端的垫块套件，将压实后土样7a的临空面刨毛，将质量为试样总质量1/5的第二层土样7b填入土样筒1及延伸筒2内；将取出的垫块套件卸掉第二个中间垫块5，使外垫块4的凸起4a与第一个中间垫块5的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒2内壁套入延伸筒2及土样筒1中，直至盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿，将所填入的第二层土样7b压实至所需的密实度；

[0043] C、将整个压样设备第二次翻转180°，取出延伸筒2及土样筒1内腔上端的垫块套件，将压实后第一层土样7a的临空面刨毛，将质量为试样总质量1/5的第三层土样7c填入土样筒1及延伸筒2内；将取出的垫块套件卸掉第二个中间垫块5，使外垫块4的凸起4a与第一个中间垫块5的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒2内壁套入延伸筒2及土样筒1中，直至盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿，将所填入的第三层土样7c压实至所需的密实度；

[0044] D、将整个压样设备第三次翻转180°，取出位于延伸筒2及土样筒1内腔上端的垫块套件，将压实后第二层土样7b的临空面刨毛，再将质量为试样总质量1/5的第四层土样7d填入土样筒1及延伸筒2内；将取出的垫块套件卸掉第一个中间垫块5，使外垫块4的凸起与内垫块6的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒2内壁套入延伸筒2及土样筒1中，直至盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿，使沿上端的延伸筒2内壁压入延伸筒2及土样筒1中，直至盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿，将所填入的第四层土样7d压实至所需的密实度；

[0045] E、将整个压样设备第四次翻转180°，取出插入延伸筒2及土样筒1内腔上端的垫块套件，将压实后第三层土样7c的临空面刨毛，再将质量为试样总质量1/5的第五层土样7e填入土样筒1及延伸筒2内；将取出的垫块套件卸掉第一个中间垫块5，使外垫块4的凸起与内垫块6的螺纹孔螺纹连接；再将垫块套件沿上端的延伸筒2内壁套入延伸筒2及土样筒1中，直至盖沿4b抵紧延伸筒2的口沿，将所填入的第五层土样7e压实至所需的密实度；

度，即完成试样制备。

[0046] 试验验证

[0047] 采用粉质黏土用分层击实法和用本实用新型的压样设备及其方法分别制备了一组试样进行非饱和三轴试验，对这两种制样方法的均匀性进行了对比。

[0048] 一、两种方法制备的试样在非饱和三轴试验后的破坏形态结果与分析

[0049] 表 1 为分层击实法和用本实用新型的压样设备及其方法制备的试样进行非饱和三轴试验后的破坏形态的统计表。

[0050] 表 1 各试样破坏形态统计

[0051]

制样方法	装样方法	试样编号	围 压 kPa	按装样 破坏位置	按制样 破坏位置	
分层击 实法	试样正装	JH-6-1	100	上端	上端	
		JH-6-2	200	上端	上端	
		JH-6-3	300	上端	上端	
	试样倒装	JH-6-6	400	下端	上端	
		JH-10-4	100	下端	上端	
	试样倒装	JH-10-5	200	上端	下端	
本实用新型 方法		JH-10-6	300	上端	上端	
		JH-10-7	400	中间	中间	

[0052] 注：分层击实法制样，试样正装是指试样在装样时按制样的下端面向下、上端面向上装样，试样倒装指装样时按制样的下端面向上、上端面向下装样。对称分层压样法制样时将最后一层土样所在端面为上端面。试样正装是指试样在装样时按制样的上端面向上、下端面向下装样，试样倒装指装样时按制样的下端面向上、上端面向下装样。试样正装与倒装的目的在于，排除因试验仪器的加载顶帽与底座自由度不一致对试验结果造成的影响。

[0053] 从表 1 可以看出：采用分层击实法制备的四个试样，试验后的破坏位置总是发生在制样的上端，说明试样的上端较下端疏松，这与理论分析一致，证明分层击实法制样均匀性较差。同时表 1 也表明：用本实用新型的压样设备及其方法制得的各试样，试验后的破坏位置随机发生在制样的上、下端及中间，说明试样的上、中、下各部位密实度较均匀，证明用本实用新型的压样设备及其方法制得的试样的均匀性较好。

[0054] 二、两种方法制备的试样进行非饱和三轴试验的应力应变关系及其分析

[0055] 图 4 为分层击实法和本实用新型方法所制备的各四个试样进行非饱和三轴剪切试验，测得所有试样的应力应变关系曲线。表 2 则为各试样干密度、峰值偏应力及峰值偏应力对应应变的汇总。

[0056] 表 2 各试样干密度、峰值偏应力及峰值偏应力对应应变汇总

[0057]

制样方	装样方法	试样编号	围压 kPa	峰值偏应力	峰值偏应	干密度 g/cm <sup>3</sup>
-----	------	------	-----------	-------	------	--------------------------

[0058]

法				$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kPa	力对应应 变%	
分层击 实法	试样正装	JH-6-1	100	949	2.42	2.0294
		JH-6-2	200	1271	2.67	2.0284
		JH-6-3	300	1503	3.53	2.0231
	试样倒装	JH-6-6	400	1745	3.33	2.0289
		JH-10-4	100	1069	2.87	2.0170
		JH-10-5	200	1388	3.43	2.0175
本实用 新型方 法	试样正装	JH-10-6	300	1587	3.99	2.0253
		JH-10-7	400	1823	3.52	2.0253

[0059] 由于试样的承载力和变形量由受密实度小的部分决定,不同试样在平均密实度相同的情况下,试样在均匀状态下承载能力比不均匀状态下要高,变形量也要大。由图4和表2可知,在相同围压条件下,本实用新型方法制备的试样的峰值偏应力和应变均明显高于比分层击实法制备的试样,因此,本实用新型方法制备的试样的均匀性优于分层击实法制备的试样。

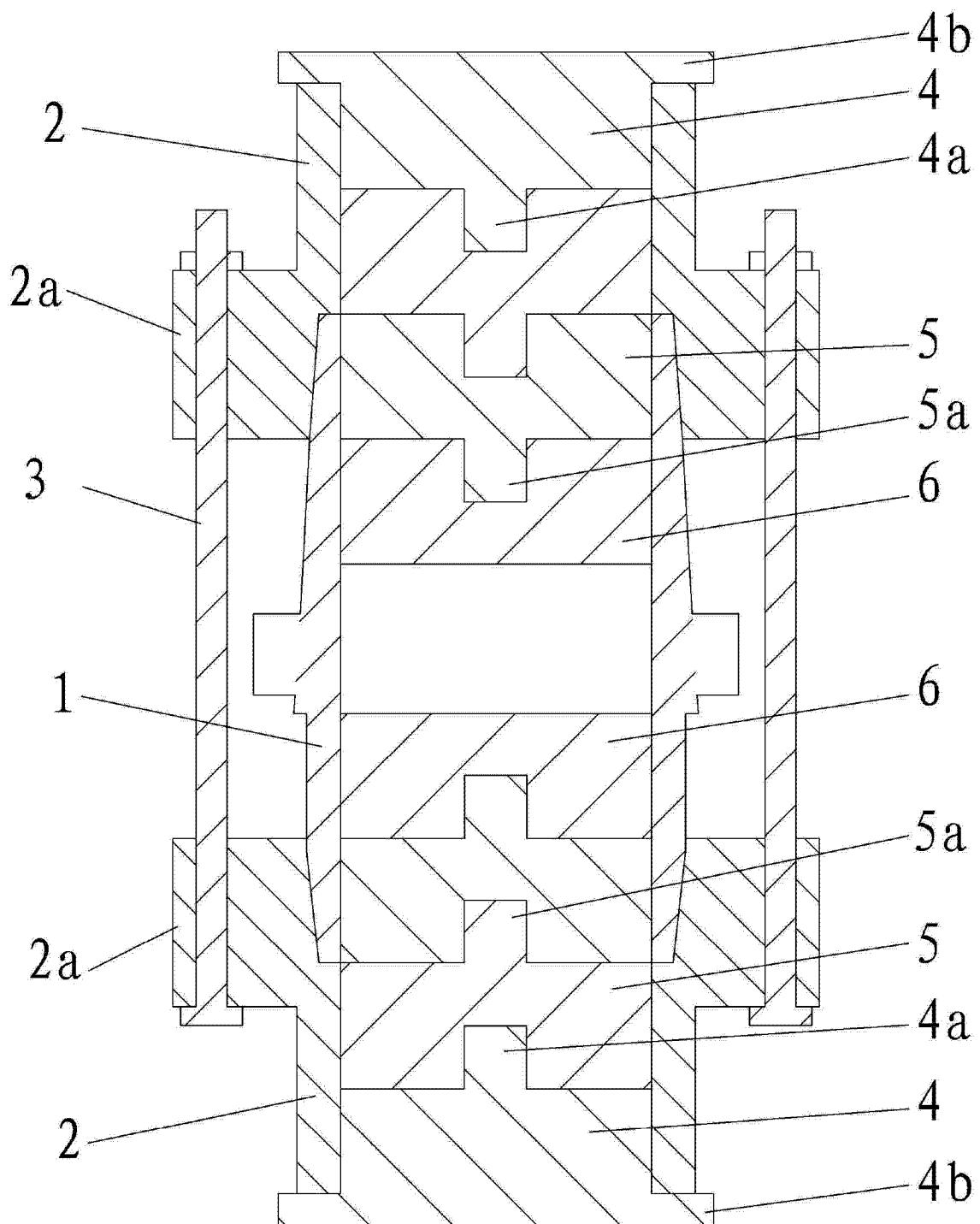


图 1

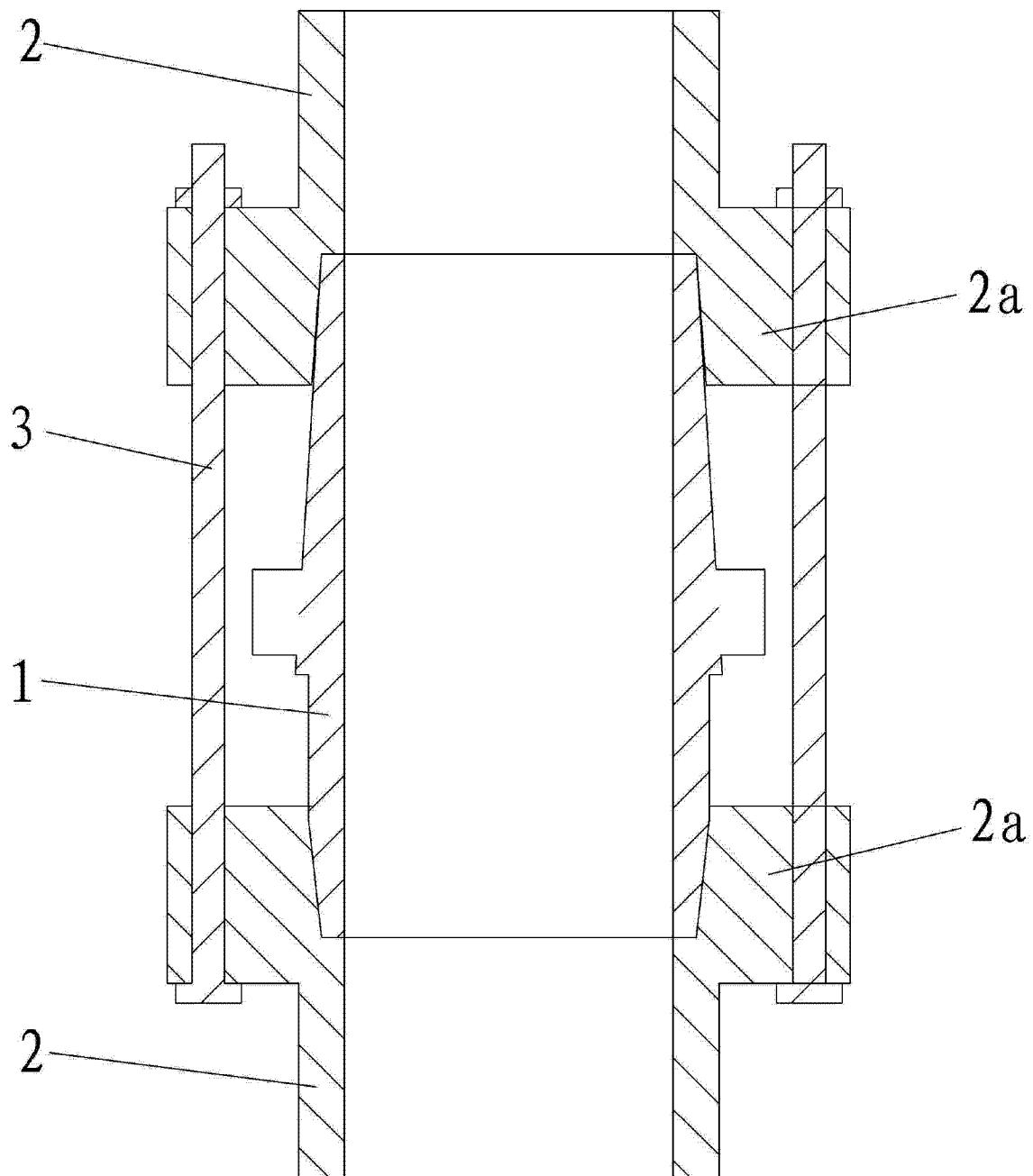


图 2

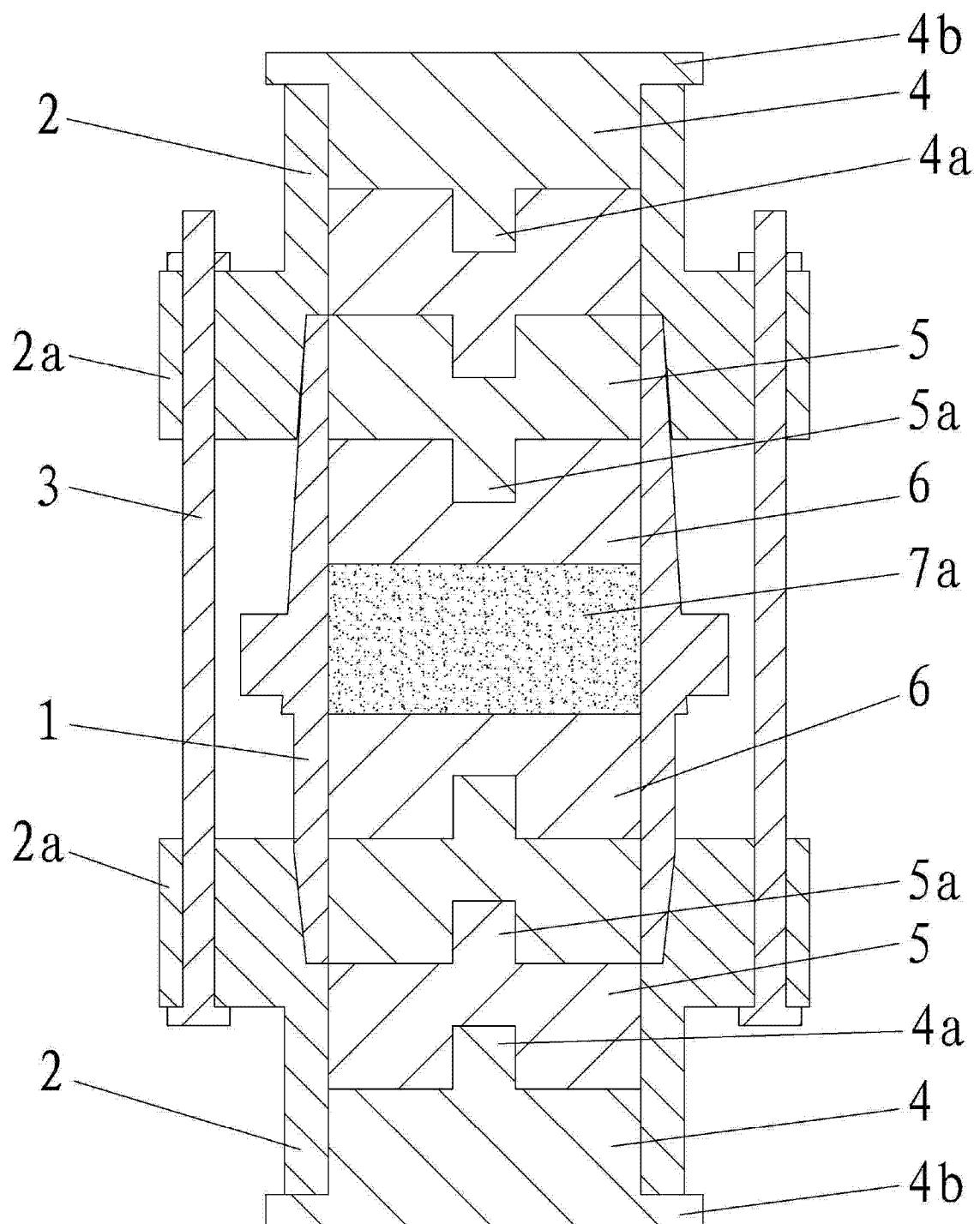


图 3a

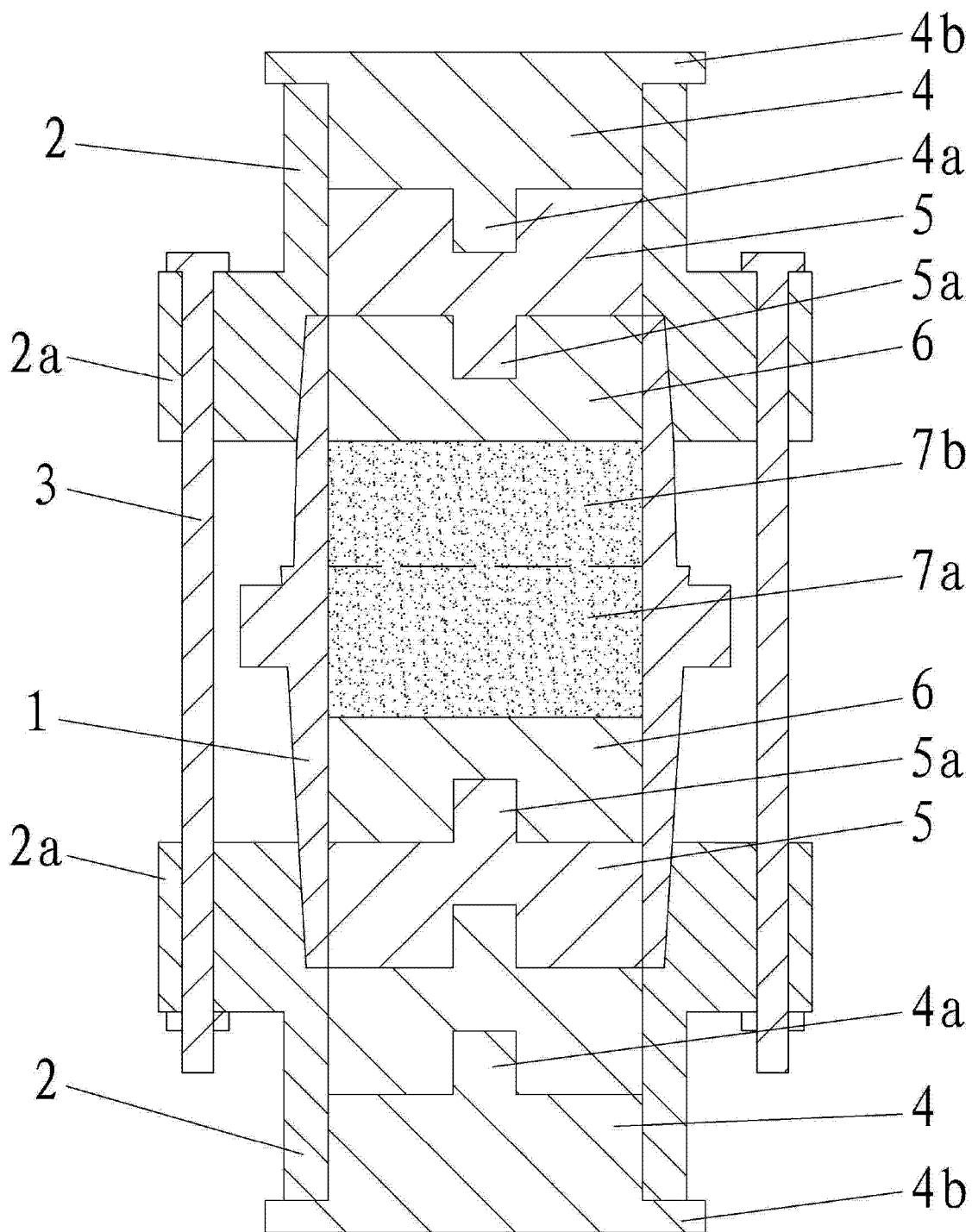


图 3b

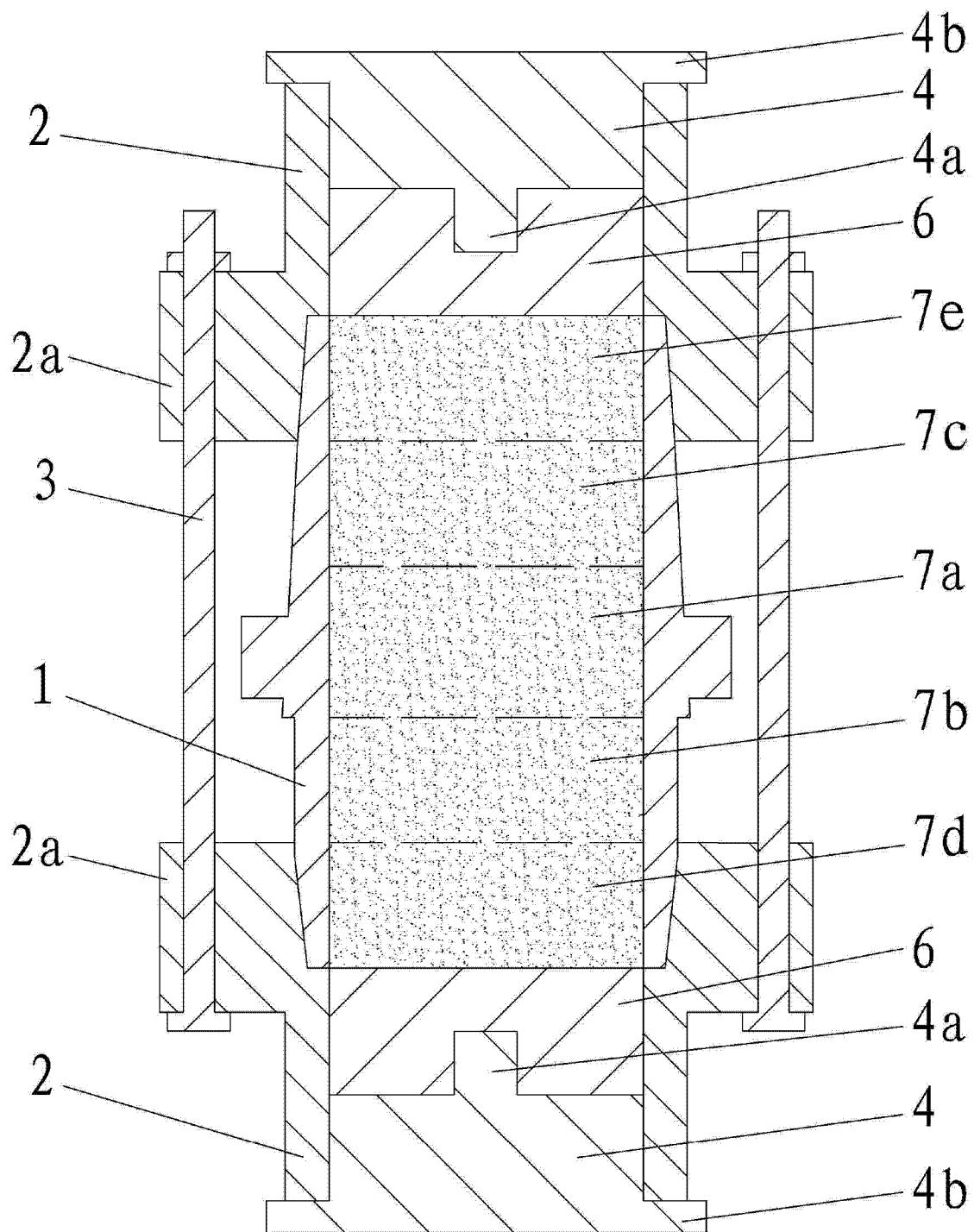


图 3c

