



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104990952 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201510381506. 6

(22) 申请日 2015. 07. 02

(71) 申请人 中国建材检验认证集团西安有限公司

地址 710061 陕西省西安市长安南路 6 号

(72) 发明人 王博 周炫

(74) 专利代理机构 陕西增瑞律师事务所 61219  
代理人 张瑞琪

(51) Int. Cl.

G01N 25/20(2006. 01)

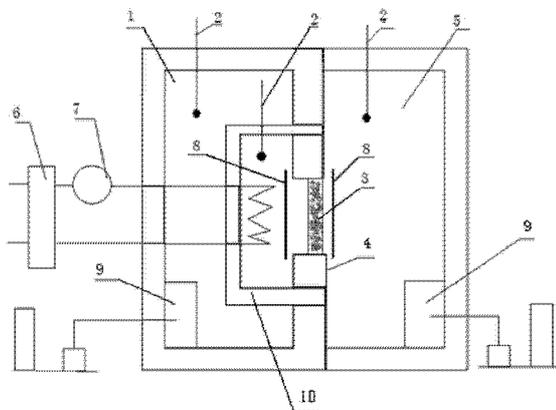
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

墙体材料当量导热系数测定方法及其测定设备

(57) 摘要

本发明公开了一种墙体材料当量导热系数测定方法,按照以下步骤实施:将填充体置于一密封环境中,密封环境为填充体的一侧提供热环境,另一侧提供冷环境,待密封环境中温度达到平衡后,测量通过填充体的热流量 $Q_T$ ;将待测试件密封镶嵌于填充体中,并将镶嵌有试件的填充体再置于步骤1中密封环境中,待密封环境中温度达到平衡后,测量得通过镶嵌有试件的填充体的热流量 $Q_S$ ;根据热流量 $Q_T$ 和 $Q_S$ ,得到加热器热流量 $Q$ ;根据加热器热流量 $Q$ ,计算得到当量导热系数 $\lambda_e$ ,解决了现有当量导热系数的测量方法检测周期长,人为及环境因素影响较大,不能真实、有效的直观反应样品的节能效果的问题。本发明还公开了一种当量导热系数测定设备,结构简单,使用方便。



1. 墙体材料当量导热系数测定方法,其特征在于,按照以下步骤实施:

步骤 1、将填充体 (4) 置于一密封环境内,所述密封环境为所述填充体 (4) 的一侧提供热环境,另一侧提供冷环境,待密封环境内温度达到平衡后,测量通过所述填充体 (4) 的热流量  $Q_1$ ;

步骤 2、将待测试件 (3) 密封镶嵌于填充体 (4) 中,并将镶嵌有试件 (3) 的填充体 (4) 再置于步骤 1 中所述的密封环境内,待密封环境内温度达到平衡后,测量得通过所述镶嵌有试件 (3) 的填充体 (4) 的热流量  $Q_5$ ;

步骤 3、将测量得到的热流量  $Q_1$  和  $Q_5$  代入下式,得到加热器热流量  $Q$ :

$$Q_2 = Q_1 - Q_5 \quad (1),$$

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (2),$$

式中,  $Q_2$  为两次试验的热流量差值,  $Q_1$  为与待测试件 (3) 同等面积的填充体 (4) 所产生的热流量;

步骤 4、将加热器热流量  $Q$  代入下式,得到当量导热系数  $\lambda_e$ :

$$\lambda_e = \frac{Q \times d}{S \times (T_2 - T_1)} \times k \quad (3),$$

式中,  $d$  为被测试件的厚度,  $T_2$  为热环境平均温度,  $T_1$  为冷环境平均温度,  $k$  为修正系数,根据待测试件 (3) 的面积大小来选择。

2. 如权利要求 1 所述的测定方法,其特征在于,所述的热环境温度为  $24^\circ\text{C} \sim 26^\circ\text{C}$ ,所述的冷环境温度为  $-14^\circ\text{C} \sim -16^\circ\text{C}$ 。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的测定方法,其特征在于,所述的密封环境内温度达到平衡的判断方法为,如果逐时测量得到冷环境和热环境的空气平均温度变化的绝对值分别不大于 0.1K 和 0.3K,且上述温度和温差的变化不是单向变化,则表示传热过程已达到稳定过程。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的测定方法,其特征在于,所述的填充体 (4) 的材质为聚苯板。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的测定方法,其特征在于,所述的密封环境包括中空计量箱 (10),所述计量箱 (10) 的一侧设有作为测试区域的开口部,所述计量箱 (10) 的箱体外密封罩有用于提供热环境的防护热箱 (1),所述计量箱 (10) 的开口部一侧紧密设置有用于提供冷环境的冷箱 (5),所述的计量箱 (10)、防护热箱 (1) 和冷箱 (5) 内均设置有温度控制系统,所述的温度控制系统均连接至控制系统。

6. 墙体材料当量导热系数测定设备,其特征在于,包括中空计量箱 (10),所述计量箱 (10) 的一侧设有作为测试区域的开口部,所述计量箱 (10) 的箱体外密封罩有用于提供热环境的防护热箱 (1),所述计量箱 (10) 的开口部一侧紧密设置有用于提供冷环境的冷箱 (5),所述的计量箱 (10)、防护热箱 (1) 和冷箱 (5) 内均设置有温度控制系统,所述的温度控制系统均连接至控制系统。

7. 如权利要求 1 所述的墙体材料当量导热系数测定设备,其特征在于,所述的计量箱 (10) 内靠近开口一侧设置有导流屏 (8),所述冷箱 (5) 靠近计量箱 (10) 开口侧位置处也设置有导流屏 (8)。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的墙体材料当量导热系数测定设备,其特征在于,所述的冷箱

(5)、计量箱 (10) 和防护热箱 (1) 内温度控制系统均包括位于对应箱体内部的空调 (9)、电加热器、温度控制仪表和若干个温度传感器 (2), 所述的若干个温度传感器 (2) 位于对应箱体的各个内壁上, 所述的若干个温度传感器 (2) 均通过数据采集仪表连接至计算机。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的墙体材料当量导热系数测定设备, 其特征在于, 所述的电加热器上设置有稳压器 (6) 和电流表 (7)。

10. 如权利要求 1 或 2 所述的墙体材料当量导热系数测定设备, 其特征在于, 所述的计量箱 (10)、防护热箱 (1) 和冷箱 (5) 的材质均为聚氨酯发泡彩钢板, 其传热热阻值  $>3.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 。

## 墙体材料当量导热系数测定方法及其测定设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于墙体材料技术领域,涉及墙体材料当量导热系数测定方法及其测定设备。

### 背景技术

[0002] 多年来,墙体材料产品从单一的粘土实心砖发展成有多孔砖、空心砖、空心砌块、保温砖、保温空心砌块、复合保温砖、复合保温空心砌块、装饰砖、路面砖及装饰瓦等。这些不同原料的墙体砌筑材料其性能根据生产工艺不同也有所不同,材料的导热系数作为衡量产品保温性能重要指标之一,其对建筑节能的影响是非常关键的。大多数建筑构件的试件都是非均质的,试件的非均质性将会影响热流密度的模式,它既不是一维的、也不是均均的;试件厚度的变化也会引起试件热流密度模式重大的局部变化,这些对温度和局部传热方式的影响也是不一致的,导致对于表面积平均温度的确定,计量面积变化影响性以及测量结果的误差分析显得极为困难甚至不可能。

[0003] 在我国建筑材料导热系数检测领域,当量导热系数的测量方法主要是根据被测样品砌筑墙体测得的热阻 R 值进行计算得到当量导热系数  $\lambda_e$  值。这种方法需要将样品砌筑成墙体,待墙体砌筑砂浆养护好、样品含水率达到基本恒定时才能够进行墙体 R 值的测试(养护放置时间最少为 28 天),同时换算出样品当量导热系数。这种测定方法检测周期长,人为及环境因素影响较大,不能真实、有效的直观反应样品的节能效果。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种墙体材料当量导热系数测定方法及其测定设备,以解决现有墙体材料当量导热系数的测量方法检测周期长,人为及环境因素影响较大,不能真实、有效的直观反应样品的节能效果的问题。

[0005] 本发明所采用的第一种技术方案是,墙体材料当量导热系数测定方法,按照以下步骤实施:

[0006] 步骤 1、将填充体置于一密封环境内,密封环境为填充体的一侧提供热环境,另一侧提供冷环境,待密封环境内温度达到平衡后,测量通过填充体的热流量  $Q_1$ ;

[0007] 步骤 2、将待测试件密封镶嵌于填充体中,并将镶嵌有试件的填充体再置于步骤 1 中密封环境内,待密封环境内温度达到平衡后,测量得通过镶嵌有试件的填充体的热流量  $Q_s$ ;

[0008] 步骤 3、将测量得到的热流量  $Q_1$  和  $Q_s$  代入下式,得到加热器热流量  $Q$ ;

[0009]  $Q_2 = Q_1 - Q_s$  (1),

[0010]  $Q = Q_1 + Q_2$  (2),

[0011] 式中,  $Q_2$  为两次试验的热流量差值,  $Q_1$  为与待测试件同等面积的填充体所产生的热流量;

[0012] 步骤 4、将加热器热流量  $Q$  代入下式,得到当量导热系数  $\lambda_e$ ;

$$[0013] \quad \lambda_e = \frac{Q \times d}{S \times (T_2 - T_1)} \times k \quad (3),$$

[0014] 式中, d 为被测试件的厚度,  $T_2$  为热环境平均温度,  $T_1$  为冷环境平均温度, k 为修正系数, 根据待测试件的面积大小来选择。

[0015] 进一步的, 热环境温度为  $24^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$ , 冷环境温度为  $-14^{\circ}\text{C} \sim -16^{\circ}\text{C}$ 。

[0016] 进一步的, 密封环境内温度达到平衡的判断方法为, 如果逐时测量得到冷环境和热环境的空气平均温度变化的绝对值分别不大于 0.1K 和 0.3K, 且上述温度和温差的变化不是单向变化, 则表示传热过程已达到稳定过程。

[0017] 进一步的, 填充体的材质为聚苯板。

[0018] 进一步的, 密封环境包括中空计量箱, 计量箱的一侧设有作为测试区域的开口部, 计量箱的箱体外密封罩有用于提供热环境的防护热箱, 计量箱的开口部一侧紧密设置有用于提供冷环境的冷箱, 计量箱、防护热箱和冷箱内均设置有温度控制系统, 温度控制系统均连接至控制系统。

[0019] 本发明所采用的第二种技术方案是, 墙体材料当量导热系数测定设备, 包括中空计量箱, 计量箱的一侧设有作为测试区域的开口部, 计量箱的箱体外密封罩有用于提供热环境的防护热箱, 计量箱的开口部一侧紧密设置有用于提供冷环境的冷箱, 计量箱、防护热箱和冷箱内均设置有温度控制系统, 温度控制系统均连接至控制系统。

[0020] 进一步的, 计量箱内靠近开口一侧设置有导流屏, 冷箱靠近计量箱开口侧位置处也设置有导流屏。

[0021] 进一步的, 冷箱、计量箱和防护热箱内温度控制系统均包括位于对应箱体内部的空调、电加热器、温度控制仪表和若干个温度传感器, 若干个温度传感器位于对应箱体的各个内壁上, 若干个温度传感器均通过数据采集仪表连接至计算机。

[0022] 进一步的, 电加热器上设置有稳压器和电流表。

[0023] 进一步的, 计量箱、防护热箱和冷箱的材质均为聚氨酯发泡彩钢板, 其传热热阻值  $>3.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 。

[0024] 本发明的有益效果是, 将待测区域两侧分别设置为冷、热环境, 在稳定状态下, 分别测定安装板状填充体和安装镶嵌有试件的填充体这两种情况下的热流量, 通过两次热流量的差值来体现出试件的热性质, 根据温度和功率的变化情况, 通过试件面积与两侧环境空气温差可换算出当量导热系数值。该当量导热系数的检测方法基于稳定传热原理, 使检测周期变短, 降低了人为及环境因素对测量结果的影响, 真实有效的直观反应样品的节能效果, 可以准确高效的推算出非均质类墙体材料当量导热系数。同时, 本发明提供的测定设备的结构简单, 使用方便。

## 附图说明

[0025] 图 1 为本发明墙体材料当量导热系数测定设备的结构示意图。

[0026] 图中, 1. 防护热箱, 2. 温度传感器, 3. 试件, 4. 填充体, 5. 冷箱, 6. 稳压器, 7. 电流表, 8. 导流屏, 9. 空调, 10. 计量箱。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0028] 本发明提供了一种墙体材料当量导热系数测定方法,按照以下步骤实施:

[0029] 步骤 1、将已知导热系数的填充体 4 置于密封环境内,密封环境为填充体 4 的一侧提供热环境,另一侧提供冷环境,待密封环境内温度达到平衡后,测量通过填充体 4 的热流量  $Q_1$ ;

[0030] 步骤 2、将待测试件 3 密封镶嵌于填充体 4 中,并将镶嵌有试件 3 的填充体 4 再置于步骤 1 中密封环境内,待密封环境内温度达到平衡后,测量得通过镶嵌有试件 3 的填充体 4 的热流量  $Q_2$ ;

[0031] 步骤 3、将测量得到的热流量  $Q_1$  和  $Q_2$  代入下式,得到加热器热流量  $Q$ :

$$[0032] \quad Q_2 = Q_1 - Q \quad (1),$$

$$[0033] \quad Q = Q_1 + Q_2 \quad (2),$$

[0034] 式中,  $Q_2$  为两次试验的热流量差值,  $Q_1$  为与待测试件 3 同等面积的填充体 4 所产生的热流量;

[0035] 步骤 4、将加热器热流量  $Q$  代入下式,得到当量导热系数  $\lambda_e$ :

$$[0036] \quad \lambda_e = \frac{Q \times d}{S \times (T_2 - T_1)} \times k \quad (3),$$

[0037] 式中,  $d$  为被测试件 3 的厚度,  $T_2$  为热环境平均温度,  $T_1$  为冷环境平均温度,  $k$  为修正系数,  $k = 0.85 \sim 1.15$ , 根据待测试件 3 的面积大小来选择。

[0038] 其中,热环境温度为  $24^\circ\text{C} \sim 26^\circ\text{C}$ ,冷环境温度为  $-14^\circ\text{C} \sim -16^\circ\text{C}$ 。

[0039] 密封环境内温度达到平衡的判断方法为,如果逐时测量得到冷环境和热环境的空气平均温度变化的绝对值分别不大于  $0.1\text{K}$  和  $0.3\text{K}$ ,且上述温度和温差的变化不是单向变化,则表示传热过程已达到稳定过程。

[0040] 测定过程中需要注意的是,试验装置不应放置在风口和强光直接照射的环境中,试验环境温度变化不应大于  $\pm 2^\circ\text{C}$ ,试验环境相对湿度  $\leq 80\%$ ;试验前,待测的填充体 4 以及镶嵌有试件 3 的填充体 4 均应在试验环境下放置 24h。

[0041] 本发明将待测区域两侧分别设置为冷、热环境,在冷热环境稳定状态下,分别测定安装板状填充体 4 和安装镶嵌试件 3 的填充体 4 这两种情况下的热流量,通过两次热流量的差值来体现出试件 3 的热性质。根据温度和功率的变化情况,通过试件面积与两侧环境空气温差可换算出当量导热系数值。该当量导热系数的检测方法基于稳定传热原理,使检测周期变短,降低了人为及环境因素对测量结果的影响,真实有效的直观反应样品的节能效果,可以准确高效的推算出非均质类墙体材料当量导热系数。

[0042] 本发明还提供了一种墙体材料当量导热系数测定设备,见图 1,包括中空计量箱 10,计量箱 10 的一侧设有作为测试区域的开口部,计量箱 10 的箱体外密封罩有用于提供热环境的防护热箱 1,计量箱 10 的开口侧紧密设置有用于提供冷环境的冷箱 5,计量箱 10、防护热箱 1 和冷箱 5 内均设置有温度控制系统,温度控制系统均连接至控制系统。其中,热环境温度为  $24^\circ\text{C} \sim 26^\circ\text{C}$ ,冷环境温度为  $-14^\circ\text{C} \sim -16^\circ\text{C}$ 。

[0043] 整体设备由四部分组成,分别为冷箱 5、防护热箱 1、计量箱 10、控制与数据采集处理系统组成。待测试件 3 安装在计量箱 10 开口处,冷箱 5 和防护热箱 1 内均分布温度传感器 2 监控实验过程。温度控制方面,在冷箱 5 中安装加热装置和制冷机组,以模拟恒定冷室

温度效果的实验条件,利用温度传感器 2 对各个箱体进行数据监控采集。在计量箱 10 外侧放置防护热箱 1,其中也配备控温装置,以减少试件 3 箱温度损失的目的,一般将防护热箱 1 的温度设定为等于计量箱 10 中的温度值,利用控制防护热箱 1 的温度来减少实验室环境温度对计量箱 10 的温度影响。

[0044] 其中,温度传感器 2 采用 T 型热电偶,直径 1mm,测量精度 0.5 级,用铝箔纸把热电偶测量端粘在各个箱体的内壁上,形成良好的热接触,传感器分布放置在每个箱体内部内壁上,保证每个内壁上至少有一只温度传感器 2 采集,放置位置为各个面的中心处。

[0045] 冷箱 5 由聚氨酯发泡彩钢板组成,结构不产生冷桥且具有良好的密封性能,传热热阻不小于  $3.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 。里面放置加热管和制冷机来平衡温度控制,用冷箱 5 来模拟自然条件下的温差变化情况,冷箱 5 配有加热装置和制冷机组,通过冷热调节来达到对冷箱 5 的控温效果。冷箱 5 中温度传感器 2 布置至少 5 只,分别放在冷箱 5 的内表面,采集测量其平均温度。

[0046] 冷箱 5 内温度控制系统包括位于冷箱 5 内部的空调 9、电加热器、温度控制仪表和若干个温度传感器 2,若干个温度传感器 2 位于冷箱 5 的各个内壁上,若干个温度传感器 2 均通过数据采集仪表连接至计算机。温度传感器 2 的测量不确定度不大于 0.25K。安装位于导流屏 8 与试件 3 的间隙中的温度传感器 2,测量点不少于两点,且应沿着水平方向布置。冷箱 5 温度设定范围在  $-20^\circ\text{C}$  到  $-10^\circ\text{C}$  之间。

[0047] 计量箱 10 由聚氨酯发泡彩钢板组成,要求结构不能产生冷桥且具有良好的密封性能,传热热阻不小于  $3.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ,其容积应能容纳下加热装置和导流装置,计量箱 10 中放置试件 3,通过温度传感器 2 实时采集计量箱 10 的温度变化,表征温度情况,当整体系统达到温度循环稳定时,实时显示冷箱 5 和防护热箱 1 中温度功率变化情况。计量箱 10 内部至少使用 5 只温度传感器 2,测量采集平均温度。

[0048] 计量箱 10 内靠近开口一侧设置有导流屏 8,冷箱 5 靠近计量箱 10 开口侧位置处也设置有导流屏 8。计量箱 10 内温度控制系统包括位于计量箱 10 内的电加热器、温度控制仪表和若干个温度传感器 2,若干个温度传感器 2 位于计量箱 10 的各个内壁上,若干个温度传感器 2 均通过数据采集仪表连接至计算机。温度传感器 2 的测量不确定度不大于 0.25K,测量点位于计量箱 10 内壁表面,每个内壁面不少于一个测量点。计量箱 10 的温度设定值与防护热箱 1 的温度一致。

[0049] 防护热箱 1 由聚氨酯发泡彩钢板组成,结构不产生冷桥且具有良好的密封性能,传热热阻不小于  $3.5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ,内壁与计量箱 10 外壁的距离大于等于 150mm。防护热箱 1 放置在计量箱 10 外,将计量箱 10 包裹住,通过防护热箱 1 中的控温系统来平衡计量箱 10 和防护热箱 1 的温差变化,利用防护热箱 1 来减少计量箱 10 中的温度损失,稳定实验过程。防护热箱 1 内部至少使用 5 只温度传感器 2,测量采集平均温度。

[0050] 防护热箱 1 内温度控制系统包括位于防护热箱 1 内部的空调 9、电加热器、温度控制仪表和若干个温度传感器 2,若干个温度传感器 2 位于防护热箱 1 的各个内壁上,若干个温度传感器 2 均通过数据采集仪表连接至计算机。温度传感器 2 的测量不确定度不大于 0.25K,防护热箱 1 温度设定范围在  $20^\circ\text{C}$  到  $30^\circ\text{C}$  之间。

[0051] 电加热器上设置有稳压器 6 和电流表 7。电流表 7 用于采集显示实验工况功率值,量程 500V,0.5A;精度 0.5 级。

[0052] 数据采集处理系统由计算机和数据采集仪表组成,数据采集仪表可以与温度控制仪表共用,也可以单独使用。用于数据采集的温度传感器 2 不得使用数字温度传感器,建议采用热电偶和铂电阻。软件利用曲线反应箱体内温度变化情况,软件可实时显示实验过程中各个温度均值的变化情况,利用曲线直观的反应出来,有着友好的操作界面。

[0053] 实施例

[0054] 制备已知导热系数且规格为  $500\text{mm} \times 500\text{mm} \times d$  的填充体 4,  $d$  表示被测材料在传热方向的厚度,填充体 4 一般选择聚苯板。被测试件 3 的尺寸超过  $500\text{mm} \times 500\text{mm}$  时,按  $500\text{mm} \times 500\text{mm} \times d$  来制备,被测试件 3 的材料为烧结多孔砖或保温砌块等,当被测试件 3 的尺寸小于  $500\text{mm} \times 500\text{mm}$  时,则取单一样品进行试验,材料需提前烘干至恒质状态。

[0055] 填充体 4 通常选择聚苯板,把填充体 4 安装在本发明的墙体材料当量导热系数测定设备的计量箱 10 作为测试区域的开口部,利用耐候胶对填充体 4 周边进行密封,安装完毕后把冷箱 5 和防护热箱 1 进行连接密封,开启控制程序,设定试验温度,当冷箱 5 温度稳定在设定温度值  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ;防护热箱 1 温度稳定在设定温度值  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ;功率值变化不超过 5%,此状态保持 30 分钟即可确认为稳定状态,试验采集数据周期为 30 分钟,待试验温度稳定后,累计采集 3 小时,试验过程记录温度和功率变化。

[0056] 再将镶嵌有待测试件 3 的填充体 4 安装在本发明的墙体材料当量导热系数测定设备的计量箱 10 作为测试区域的开口部,重复上述的试验过程,记录温度和功率变化。将两次试验记录的结果代入本发明墙体材料当量导热系数测定方法中的公式 1 ~ 3 中,进行相关计算,即可得到当量导热系数  $\lambda_e$ 。

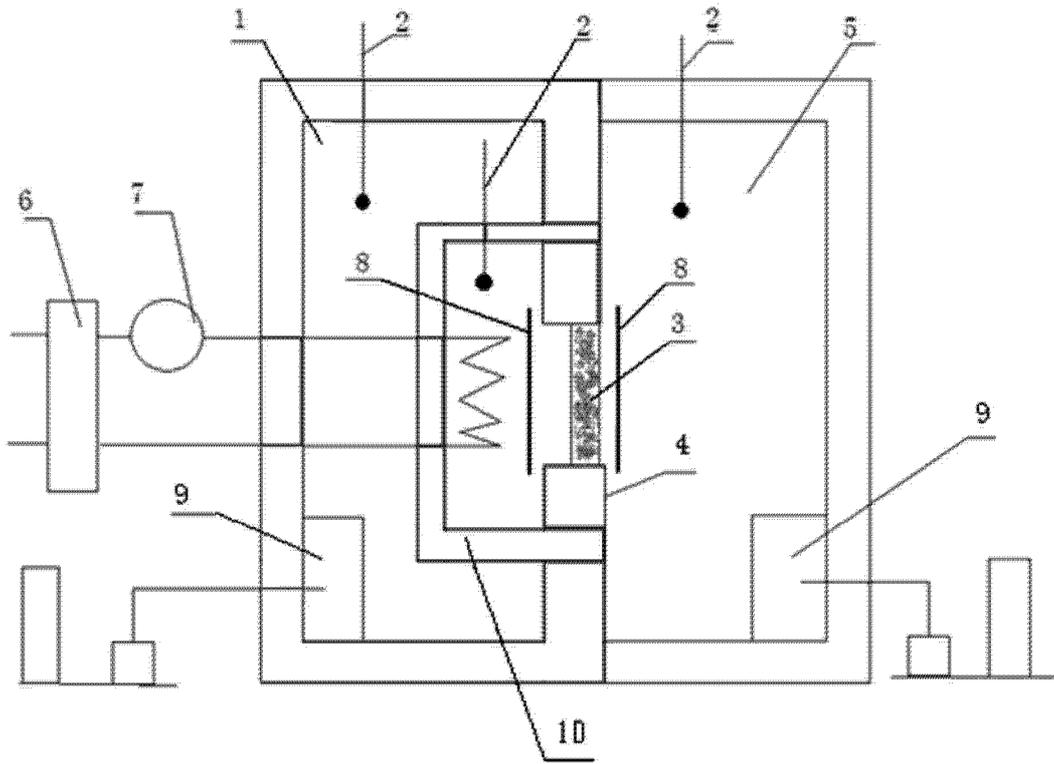


图 1