



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103293182 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201310178552. 7

(22) 申请日 2013. 05. 15

(73) 专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 李艳宁 张云川 时春峰 霍树春

刘璐 刘二瑞 曾荟燕

多伦雷丹特

(74) 专利代理机构 天津才智专利商标代理有限公司

12108

代理人 吕志英

(51) Int. Cl.

G01N 25/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201107284 Y, 2008. 08. 27, 全文.

JP 特開 2009-281910 A, 2009. 12. 03, 全文.

CN 102798645 A, 2012. 11. 28, 全文.

US 5940784 A, 1999. 08. 17, 全文.

US 4155244 A, 1979. 05. 22, 全文.

CN 202770795 U, 2013. 03. 06, 全文.

CN 102645449 A, 2012. 08. 22, 全文.

张立雄 等. 修正型平面热源法导热系数测定仪的涉及. 《传感器与微系统》. 2012, 第 31 卷 (第 7 期), 第 84 - 87 页.

闵凯 等. 导热系数测量方法与应用分析. 《保鲜与加工》. 2005, 第 5 卷 (第 6 期), 第 35 - 38 页.

宋丽薇. 基于 ARM 的双平板导热系数测定仪的开发. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程技术 II 辑》. 2009, 第 C030-123 页.

审查员 伍智勇

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

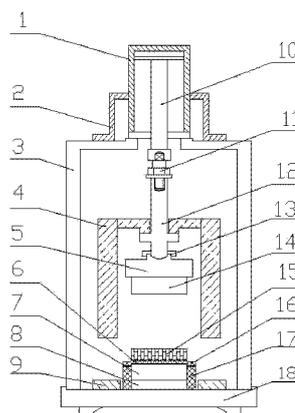
(54) 发明名称

防护热流计法导热系数自动测定仪及检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种防护热流计法导热系数自动测定仪,该测定仪气动装置的气缸中的活塞杆运动实现测试栈体的热板和热保护炉的升降,在冷板和冷板固定座外侧安装有支撑套,热流传感器安装在上支撑套的下端面,热流传感器所得到的电信号传送到控制单元上进行分析控制,控制单元与气动装置相连,对气动装置的气缸的活塞杆运动进行控制。还提供防护热流计法导热系数自动测定仪的检测方法。本发明的效果是保护热流传感器,避免被压损,能够实现测试栈体的升降自动化操作,避免手动操作的繁琐,提高对保温和绝热材料的导热系数的测量精度和仪器测量的重复性。适用于绝热和保温材料的生产企业、高等院校和研究所等单位。

CN 103293182 B



1. 一种防护热流计法导热系数自动测定仪,该测定仪包括控制单元和仪器单元,仪器单元包括有支架结构,所述支架结构内安装有测试栈体,测试栈体包括热板、冷板、热保护炉,其中冷板固定于冷板固定座上,热板固定在热板固定座上,热保护炉围在热板和冷板的外周设置;其特征是:在所述支架结构的上方安装有气动装置,气动装置的气缸、活塞杆与连杆上端依次相连,连杆下端与测试栈体的热板固定座相连,热保护炉与连杆间隙配合相连,通过活塞杆的运动带动测试栈体的热板和热保护炉的自动升降;在冷板和冷板固定座外周设置有下支撑套,在下支撑套和冷板的上方设有上支撑套,在上支撑套的下端面上设有热流传感器,热流传感器周围填充导热材料,所述的热流传感器通过导热材料与上支撑套和冷板紧密接触;所述热流传感器所得到的电信号传送到控制单元上进行分析控制,所述控制单元与气动装置相连,对气动装置的气缸的活塞杆运动进行控制。

2. 根据权利要求1所述的防护热流计法导热系数自动测定仪,其特征是:所述的气动装置还包括换向阀、调节阀和高压气缸,所述气动装置的气缸通过密闭的气路依次与调节阀、换向阀和高压气缸相连构成气体回路,换向阀的进气管道与高压气缸相连,换向阀与所述控制单元相连。

3. 根据权利要求1所述的防护热流计法导热系数自动测定仪,其特征是:所述气动装置的连杆上端通过螺母与气缸的活塞杆刚性相连,连杆下端通过万向节与热板固定座相连,连杆与热保护炉间隙配合相连,靠近连杆下端设有台阶,台阶直径大于热保护炉的上端口的内径,热保护炉的上端面位于台阶之上。

4. 根据权利要求1所述的防护热流计法导热系数自动测定仪,其特征是:所述冷板外的支撑套包括上支撑套和下支撑套,支撑套安装在冷板和冷板固定座外周,冷板固定座和下支撑套固定在基座上,上支撑套位于冷板和下支撑套之上,上支撑套、下支撑套之间安装有隔热层。

5. 根据权利要求1所述的防护热流计法导热系数自动测定仪的检测方法,该方法在检测操作时,所述的防护热流计法导热系数自动测定仪的热流传感器与上支撑套和冷板紧密接触,在热流传感器周围填充导热材料的厚度与热流传感器厚度相同,在测试试件时,已知热流传感器测出的热流密度 q_1 、测试试件厚度 h 和测试试件上下面的温度差 ΔT , 标定后的导热系数计算公式为:

$$\lambda = qh / \Delta T = q_1 ah / \Delta T$$

式中: λ 为测试试件的导热系数, q 为从热板下传到冷板的平均热流密度, q_1 为实际热流传感器测出的热流密度,则 q 与 q_1 关系为: $q = q_1 a$, 补偿常数 $a = (A_1 + A_2 \lambda_2 / \lambda_1) / A$, 所以:

$$q = q_1 (A_1 + A_2 \lambda_2 / \lambda_1) / A$$

其中 λ_1 为热流传感器的导热系数, λ_2 为填充导热材料的导热系数, A_1 为热流传感器的面积, A_2 为填充导热材料的面积, A 为冷板总面积。

防护热流计法导热系数自动测定仪及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种防护热流计法导热系数测定仪,特别是一种防护热流计法导热系数自动测定仪及检测方法。

背景技术

[0002] 导热系数是用来衡量绝热材料与保温材料的导热特性和保温性能的重要参数,它是衡量和鉴别材料散热和隔热能力的关键指标。绝热材料和保温材料应用于各行各业,比如建筑、冶金、军工、航空航天等,其性能的高低是由材料本身的导热系数大小决定的。所以作为衡量绝热材料和保温材料性能的重要参数—导热系数的精确测量对于现代化生产具有重要现实意义。

[0003] 导热系数测定方法主要分为瞬态法和稳态法,作为稳态法当中的一种方法防护热流计法具有测量范围的大,能够测量薄膜材料、小试样材料的特点,实现对大导热系数材料的测量,这对于科学研究和生产实践具有很重要的参考价值。

[0004] 现阶段处于领先地位的基于热流计法的导热仪主要是外国产品,同时就国内的相关产品的发展现状而言,技术远不成熟,而且可靠性差。热流传感器不能够承受很大的压力,且现阶段热流传感器是用导热硅胶粘附在冷板之上,若粘附不紧,会被热板或者试件带离原位置,由于热流传感器比热板或者冷板尺寸小,当热流传感器与周围填充材料导热系数有差距的时候,热流在向下传递过程中,热流线会发生偏移,因而造成接触热阻的产生,热流传感器测出的热流密度会偏离理论的平均热流密度,而且现阶段热保护炉和热板需要手动升降,操作繁琐,设备自动化程度低。因此设计一种带保护热流传感器功能的高精度防护热流计法导热系数自动化测定仪具有重要的价值。

发明内容

[0005] 针对现有技术结构上不足,本发明的目的是提供一种防护热流计法导热系数自动测定仪及检测方法,以达到实现热流传感器的合理安装并保护热流传感器的目的,防止被压损或被带离原位置;并采用标定方法减小由于接触热阻和热流线偏移而造成的导热系数测量误差,提高导热系数测量精度;同时进一步提高测定仪的自动化程度,实现测试栈体的热板和热保护炉的自动升降,减少人工操作,提高对保温和绝热材料的导热系数的测量精度和仪器测量的重复可靠性。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是提供一种防护热流计法导热系数自动测定仪,其中:该测定仪包括控制单元和仪器单元,仪器单元包括有支架结构,所述支架结构内安装有测试栈体,测试栈体包括热板、冷板、热保护炉,其中冷板固定于冷板固定座上,热板固定在热板固定座上,热保护炉围在热板和冷板的外周设置;其特征是:在所述支架结构的上方安装有气动装置,气动装置的气缸、活塞杆与连杆上端依次相连,连杆下端与测试栈体的热板固定座和热保护炉相连,在测试栈体的冷板外的支撑套的下端面上设有热流传感器,在热流传感器周围填充导热材料;所述热流传感器所得到的电信号传送到控制单

元上进行分析控制,所述控制单元与气动装置相连,对气动装置的气缸的活塞杆运动进行控制。

[0007] 同时还提供一种防护热流计法导热系数自动测定仪的检测方法。

[0008] 本发明的效果是该测定仪保护热流传感器,避免热流传感器被压损或被热板或试件带离原位置,减小由于热流传感器安装而造成的导热系数测量误差,提高导热系数测量精度,同时实现测定仪的自动化操作,避免手动操作的繁琐,实现自动化操作和测量,提高仪器的重复性和自动化程度,而且结构简单,操作易学,即使没有操作经验的人员也可以迅速的掌握操作方法,有利于测定仪的推广。

附图说明

[0009] 图 1 为本发明的测定仪机械结构示意图;

[0010] 图 2 为本发明的测定仪机械结构对试件检测状态示意图;

[0011] 图 3 为本发明的热流传感器安装的侧视示意图;

[0012] 图 4 为本发明的测定仪气动控制框图;

[0013] 图 5 为本发明的测定仪电气控制框图。

[0014] 图中:

[0015] 1、气缸 2、气缸支撑架 3、支撑框架 4、热保护炉 5、热板固定座 6、热流传感器 7、冷板 8、冷板固定座 9、热保护炉垫 10、活塞杆 11、螺母 12、连杆 13、万向节 14、热板 15、测试试件 16、上支撑套 17、下支撑套 18、基座 19、电动机 20、气压泵 21、高压气缸 22、换向阀 23、调节阀 24、填充材料

具体实施方式

[0016] 结合附图对本发明的防护热流计法导热系数自动测定仪及检测方法做进一步说明。

[0017] 本发明的防护热流计法导热系数自动测定仪采用的是一维稳态方法中的防护热流计法,根据傅里叶一维稳态热传导模型,通过测量热流密度、试件两侧温差和试件厚度计算材料的导热系数。基本计算方法如下:

$$[0018] \quad R = \frac{\Delta T}{q}$$

$$[0019] \quad \lambda = \frac{h}{R}$$

[0020] 式中, R 为测试试件热阻值, ΔT 为测试试件上下表面温差, q 为热流密度, h 为测试试件厚度, λ 为测试试件导热系数值。

[0021] 本发明的防护热流计法导热系数自动测定仪,其结构如图 1、2 所示,该测定仪包括仪器单元和控制单元,其中仪器单元由测试栈体、气动装置、自动温度控制装置、热流传感器、支架结构组成,控制单元由相互连接的上位机、电动机、通信模块、控制模块组成。在支架结构 3 内部安装有测试栈体,在支架结构 3 的上方安装气动装置的气缸 1,气动装置的气缸 1、活塞杆 10 和连杆 12 上端依次相连,连杆 12 下端与测试栈体的热板固定座 5 相连,

热保护炉 4 与连杆 12 间隙配合相连,通过活塞杆 10 的运动带动测试栈体的热板 14 和热保护炉 4 的自动升降,热流传感器 6 安装在测试栈体的冷板 7 外的上支撑套 16 的下端面,支撑套 16 抵抗向下的压力而保护热流传感器 6,在热流传感器 6 周围填充有导热材料;热流传感器 6 所得到的电信号传送到控制单元上进行分析处理。测试栈体的热板 14、冷板 7、热保护炉 4 均有安装孔,自动温度控制装置的传感器设在测试栈体的安装孔中,自动温度控制装置的传感器电信号传送到控制单元中,经过控制单元分析控制测试栈体的温度,控制单元通过通信模块与测定仪的仪器单元相连,控制单元与气动装置相连,对气动装置的气缸活塞杆 10 运动进行控制。

[0022] 所述的气动装置包括气缸 1、换向阀 22、调节阀 23 和高压气缸 21 等,其中气缸 1 通过气缸支撑架 2 固定安装在支架结构 3 上方,并且由密闭的管道依次与调节阀 23、换向阀 22 和高压气缸 21 相连组成气体回路,换向阀 22 进气管道与高压气缸相连,换向阀 22 与控制单元相连,高压气缸 21 与气压泵 20 相连,气压泵由电动机 19 驱动。

[0023] 测试栈体包括热板 14、冷板 7、热保护炉 4,热板 14、冷板 7 一般为圆柱形,通常尺寸略大于热流传感器 6 的外形尺寸。其中冷板 7 固定于冷板固定座 8 上,热板 14 固定在热板固定座 5 上,热板固定座和冷板固定座起固定和支撑热板和冷板的作用,所述的连杆 12 下端通过万向节 13 与热板固定座 5 相连,连杆 12 上端通过螺母 11 与气缸的活塞杆 10 刚性相连,连杆 12 与热保护炉 4 间隙配合相连,连杆 12 下端有台阶,台阶外直径大于热保护炉 4 的上端口的内径,热保护炉的上端面位于台阶之上。热保护炉 4 为测试环境提供一个温度恒定的测试环境,大大提高了仪器测量的准确度和重复性。

[0024] 所述的支撑套包括上支撑套 16 和下支撑套 17,下支撑套安装在冷板 7 和冷板固定座 8 外围,上支撑套 16 安装在下支撑套 17 和冷板 7 的上方,冷板固定座 8 和下支撑套 17 固定在基座 18 上,上、下支撑套之间安装有绝热层,上支撑套 16 是由导热系数很小的材料制成,热流传感器 6 通过导热硅胶粘贴在上支撑套 16 的下端面。

[0025] 本发明的防护热流计法导热系数自动测定仪检测方法,该方法在检测操作时,所述的热流传感器 6 与上支撑套 16 和冷板 7 紧密接触,在热流传感器 6 周围填充导热系数与热流传感器 6 接近的导热材料 24,比如选择导热硅胶片,厚度与热流传感器 6 相同。 q 为从热板下传到冷板的平均热流密度, q_1 为热流传感器 6 测出的热流密度,二者之间关系为:

$$[0026] \quad q = q_1 (A_1 + A_2 \lambda_2 / \lambda_1) / A$$

[0027] 其中: λ_1 为热流传感器 6 的导热系数, λ_2 为填充材料 24 的导热系数, A_1 为热流传感器 6 的面积, A_2 为填充材料 24 的面积, A 为冷板 7 总面积,令 $a = (A_1 + A_2 \lambda_2 / \lambda_1) / A$, 当热流传感器 6 和周围填充材料 24 确定后, a 的值为常数。称 a 为补偿常数,当测试试件 15 周围温度变化时,热流传感器 6 测出的热流密度 q_1 不断变化,可以利用公式 $q = q_1 a$ 求出补偿后的热流密度,进而求出材料的导热系数。标定后导热系数计算公式为:

$$[0028] \quad \lambda = q_1 a h / \Delta T$$

[0029] 测量时,测试试件 15 放置在上支撑套 16 的上方。上支撑套 16 和下支撑套 17 起保护热流传感器 6 的作用,上支撑套 16 一方面起支撑作用,防止热流传感器 6 被压损,另一方面避免试件样品 15 或者热板 15 与热流传感器 6 接触,并被带离原位置。

[0030] 所述的防护热流法导热系数测定仪,其中测试栈体的热保护炉 4 和热板 14 的升降均通过气缸活塞杆 10 的运动实现。热板 14 固定在热板固定座 5 上,热板固定座 5 通过万

向节 13 与连杆 12 相连,连杆 12 通过螺母 11 与活塞杆 10 相连。当活塞杆 10 运动时,带动连杆 12 和热板 14 升降,当连杆 12 下端的台阶遇到热保护炉 4 时,由于台阶外直径大于热保护炉 4 的上端口的内径尺寸,连杆 12 就会带动热保护炉 4 升降,从而实现对测试栈体的热板 14 和热保护炉 4 的升降控制。

[0031] 所述的控制单元通过通信设备与测定仪的仪器单元相连,自动温度控制装置的传感器电信号传送到控制单元中,经过控制单元分析控制测定栈体的温度,热流传感器所得到的电信号传送到控制单元上进行处理,同时控制单元与气动装置相连,通过控制电动机对气动装置的气缸的气缸活塞杆运动进行控制以及换向阀的工作。控制单元与机械结构紧密结合,顺利实现仪器的智能化测量过程。

[0032] 应用实施例:测量某种试件样品的导热系数

[0033] 1、制作试件:

[0034] 测试试件 15 的尺寸由标准限值,对任意的标准条件下的尺寸,本防护热流法导热系数测定仪均可测试。

[0035] 2、接通电源,安装样品:

[0036] 接通电源,开启电动机 19,使活塞杆 10 带动热板 14 向上升,升到某一位置时,碰到热保护炉 4,然后带动热保护炉 4 就向上升。直至升至顶端,放置好测试试件 15,是活塞杆 10 向下运动,当热保护炉 4 向下运动到底部碰到热保护炉垫 9 时,热保护炉 4 停止运动,活塞杆 10 带动热板 14 继续向下运动,压紧测试试件 15 后,活塞杆 10 停止运动。

[0037] 3、开启测试程序,设置热板 14、冷板 7 和热保护炉 4 的温度,使环境温度到达测量要求。

[0038] 4、计算机实时监测热板 14、冷板 7、热保护炉 4 的温度,以及热流传感器 6 的输出值,并自动保存。

[0039] 5 分析数据并打印结果,根据标定后求导热系数计算公式求出被测试件的导热系数,完成对材料导热系数的测定,关闭程序,启动气缸 1,取出测试试件 15。

[0040] 本防护热流计法导热系数自动测定仪实现了对热流传感器的保护和自动化操作功能,提高了仪器的重复性,简化了仪器的操作性。

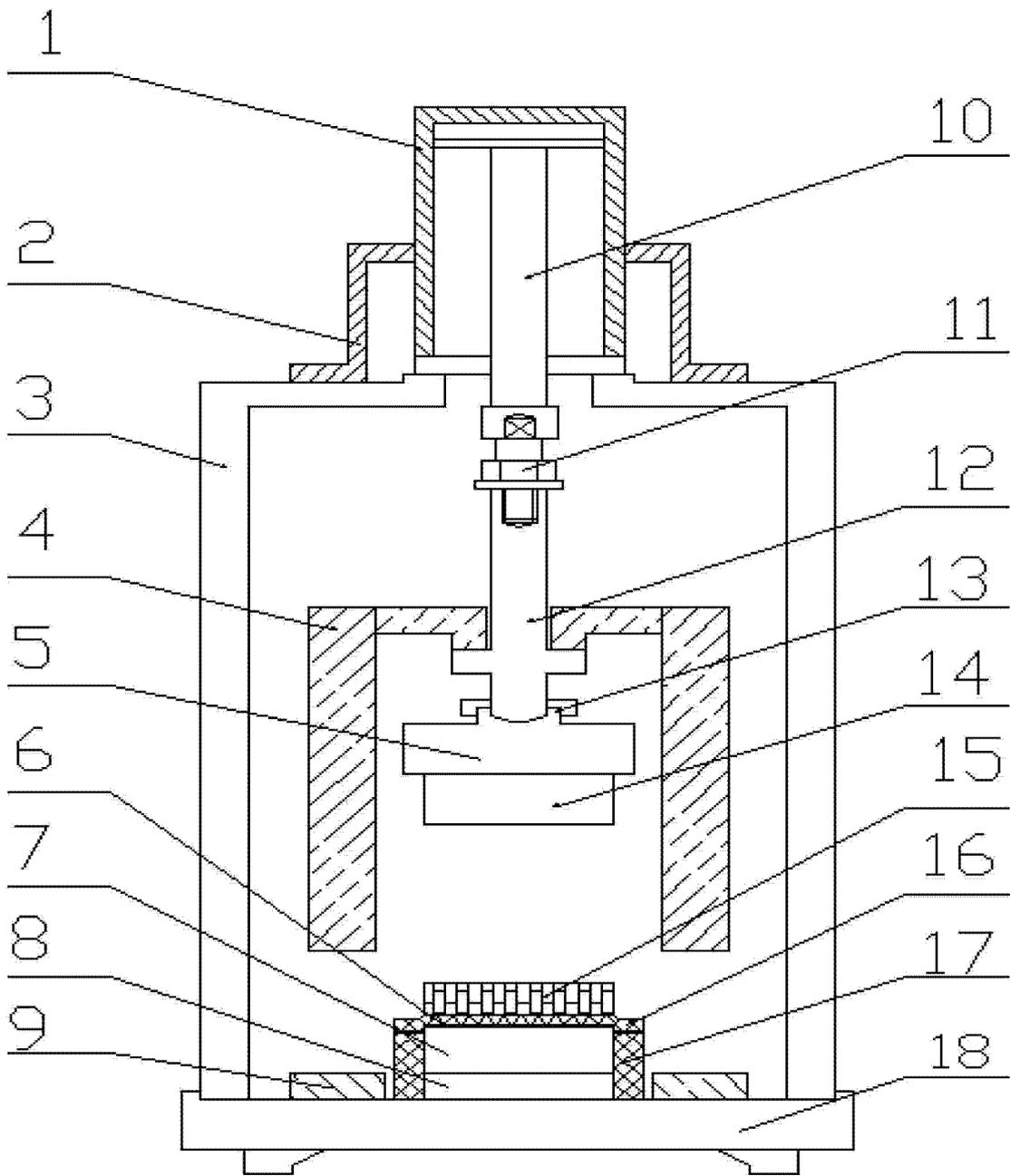


图 1

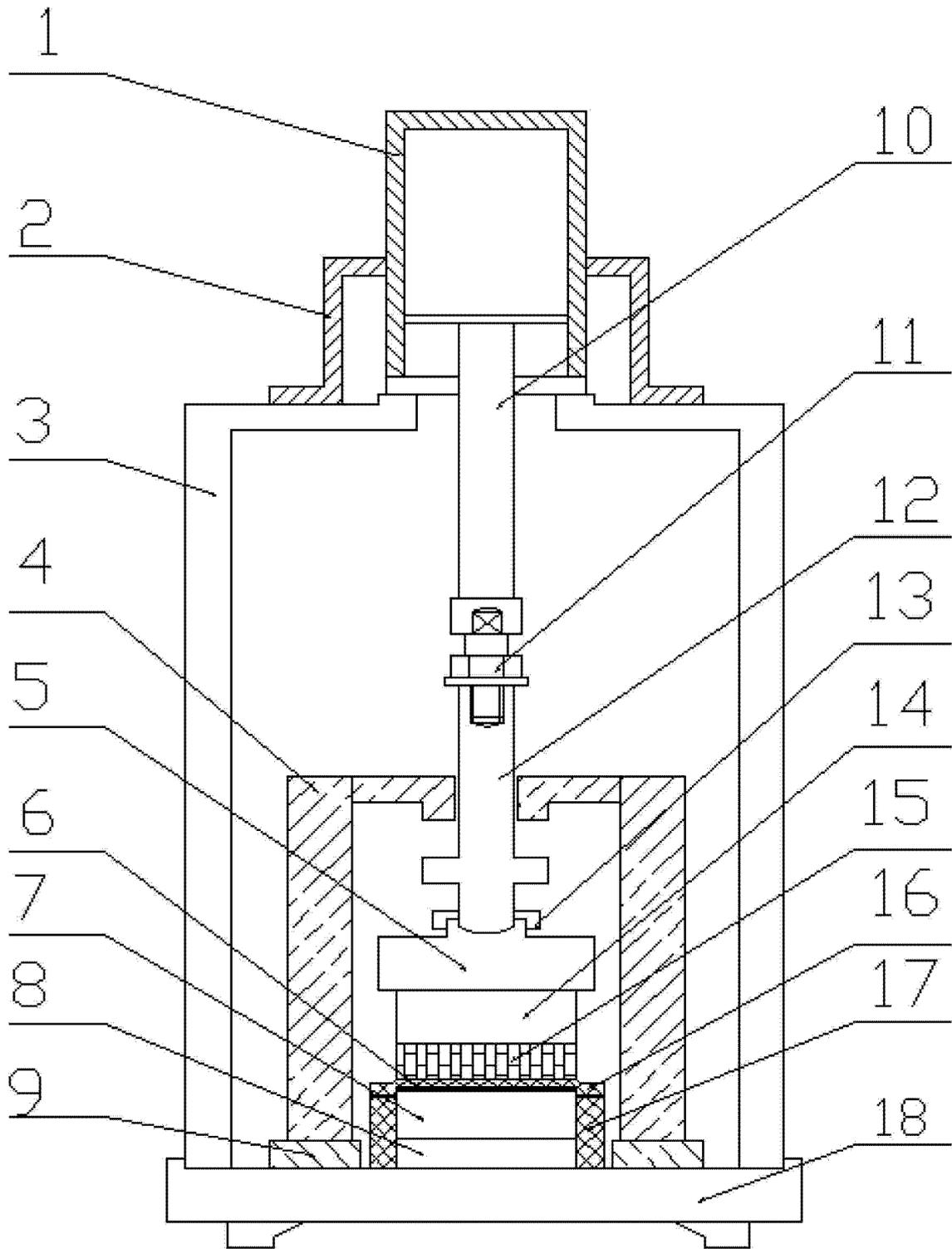


图 2

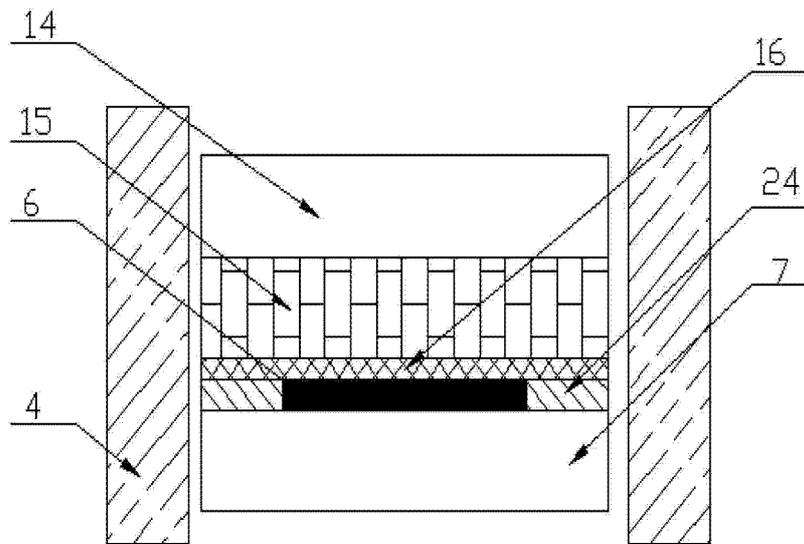


图 3

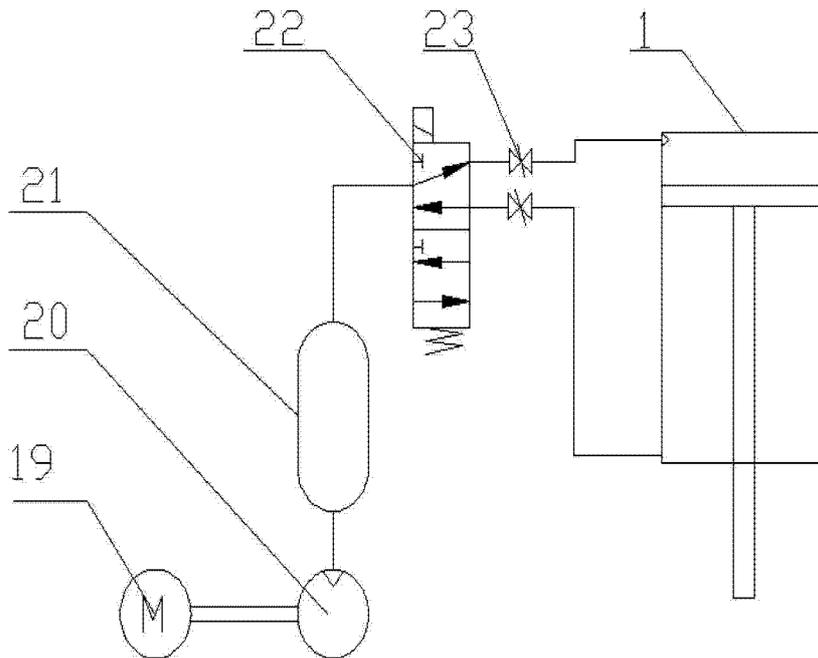


图 4

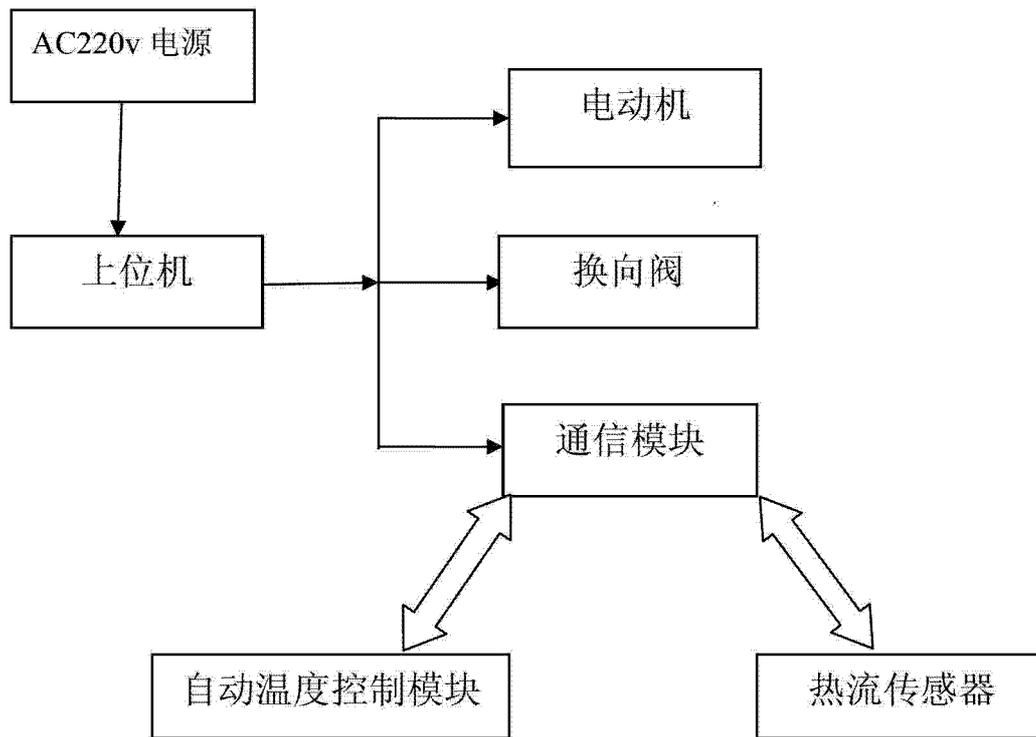


图 5