



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116295679 A

(43) 申请公布日 2023.06.23

(21) 申请号 202310296906.1

(22) 申请日 2023.03.23

(71) 申请人 重庆电子工程职业学院

地址 401331 重庆市沙坪坝区大学城东路
76号

(72) 发明人 张杰 郑富中 王姗 李仲豪

黎晓腾 朱红兵 黄周 麦勇嘉

(74) 专利代理机构 重庆强大凯创专利代理事务

所(普通合伙) 50217

专利代理师 赵玉乾

(51) Int. Cl.

G01F 1/684 (2006.01)

G01F 1/69 (2006.01)

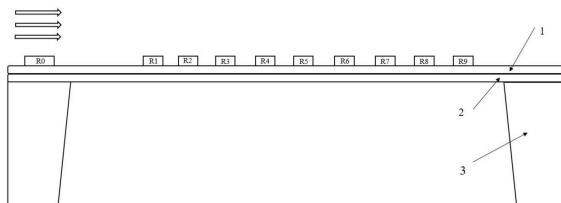
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器

(57) 摘要

本发明涉及传感器技术领域,公开了一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器包括:传感器芯片、信号处理电路、转换器和电源,传感器芯片上集成有电阻,电阻包括发热电阻、测温电阻、环境温度监测电阻,电源提供直流激励,电源采用脉冲驱动,发热电阻包括R2、R4、R6和R8,发热电阻与直流电路连接,测温电阻包括R1、R3、R5、R7和R9,测温电阻接入电桥电路,环境温度监测电阻包括R0,环境温度观测电阻与惠斯通电桥连接,R1~R9按下标数字依次等间距线性排列,R0与R1~R9线性排列,信号处理电路和转换器用于对电桥电路输出的电流信号进行调理并转换为二进制数据。本申请能够用于燃气管路中的气流流量的智能化计量。



1. 一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,包括传感器芯片,其特征在于:所述传感器芯片上集成有电阻,所述电阻包括发热电阻、测温电阻和环境温度监测电阻,所述发热电阻包括R2、R4、R6和R8,发热电阻与直流电路连接,所述测温电阻包括R1、R3、R5、R7和R9,测温电阻接入电桥电路,所述环境温度监测电阻包括R0,环境温度监测电阻与惠斯通电桥连接,R1~R9按下标数字依次等间距线性排列,R0与R1~R9线性排列。

2. 根据权利要求1所述的一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,其特征在于:所述测温电阻所在的电桥电路还设计有模式开关。

3. 根据权利要求1所述的一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,其特征在于:所述R1~R9按下标数字依次等间距线性排列的间距大小为0.01~0.03mm。

4. 根据权利要求3所述的一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,其特征在于:所述环境温度监测电阻R0安装在上游气流来流端。

5. 根据权利要求4所述的一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,其特征在于:R0与R1之间的间距为0.5~0.7mm。

6. 根据权利要求5所述的一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,其特征在于:所述传感器芯片采用硅基芯片。

7. 根据权利要求6所述的一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,其特征在于:所述硅基芯片由三层材料组成,分别是硅层、二氧化硅层和氮化硅层,二氧化硅层介于氮化硅和硅层之间,其中二氧化硅的厚度为5~7 μm ;氮化硅的厚度为18~20 μm 。

一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器技术领域,具体涉及一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器。

背景技术

[0002] 组建智能能源网络首要任务即是实现水电气等能源的智能化计量。其中,电和水的智能化计量已经取得了较大进展,然而,燃气流量的智能化计量仍然是一个亟待解决的技术问题。目前,市场上实际使用的燃气表仍然是传统的机械式燃气表,需要每家每户抄表,手写记录气表数据,数据无法接入互联网,且不能实时采集流量瞬时值,不利于能源网实时调峰,不利于兼容国家智能能源网工程。

[0003] 研究表明,MEMS(微机电系统)传感器具有体积小、重量轻、功耗低、可靠性高、灵敏度高、易于集成的优点,将MEMS流量计量传感器应用于燃气表是解决燃气智能化计量的一个极具前景的技术手段。

[0004] 目前,MEMS气体流量传感器采用气体对流换热原理检测气体流量,检测芯片结构包括1个加热电阻+2个对称分布的测温电阻,通过检测气流流经加热电阻时引起的上下游温差来检测气体流量,能够实现燃气流量的智能化计量,但也存在一些问题需要改进,比如:大流量测量与小流量测量不兼容,通用性较差,芯片功耗较大,使用寿命有限、抗干扰性较差等技术问题。采用多传感器阵列的方式能够解决大流量测量和小流量测量相兼容的问题,但是这种方式不方便在气流管路中使用。

[0005] 因此,如何解决上述问题以实现燃气的智能化计量,并且适用于气流管路中的测量成为亟需解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明意在提供一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,以对燃气管路中的气流流量进行智能计量。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器,包括:传感器芯片,所述传感器芯片上集成有电阻,所述电阻包括发热电阻、测温电阻和环境温度监测电阻,所述发热电阻包括R2、R4、R6和R8,发热电阻与直流电路连接,所述测温电阻包括R1、R3、R5、R7和R9,测温电阻接入电桥电路,所述环境温度监测电阻包括R0,环境温度监测电阻与惠斯通电桥连接,R1~R9按下标数字依次等间距线性排列,R0与R1~R9线性排列。

[0008] 本方案的原理及优点是:实际应用时,将MEMS流量计量传感器安装在燃气管道中,发热电阻通电发热,发热电阻附近的气体吸收热量,当气体不流动时或者气流为0时,发热电阻上下游的测温电阻测得的温度值相等,温差为0;当气流不为0时,上游的气体会向下游走,于是上下游的测温电阻测量得到的温度不相等,产生温差;测温电阻接入电桥电路,电桥电路会出现电流信号,通过数学推导,与气体的流量建立起对应关系,电桥电路输出的电

流信号再接入信号处理电路,即转变成二进制的气体流量测量数据,环境温度观测电阻R0实时监测气流在吸收加热电阻的热量前的原始温度,以保证恒温差控制,也就是加热电阻的温度和气流原始温度间的温差恒定。

[0009] 与现有技术相比,本申请的优势有:

[0010] 1、本申请中的电源采用脉冲驱动,能够降低芯片功耗;

[0011] 2、本申请中的电阻R1~R9线性排列,提高热场分布的对称性和稳定性,保证了测量的高精度;

[0012] 3、本申请中优选4个发热电阻和5个测温电阻的线性阵列模式,提高了传感器的抗干扰性,解决了测量精度受限的问题;

[0013] 4、本申请中采用“脉冲驱动+电阻线性阵列分布”的设计能够将芯片功耗降到原来的1/10左右,还能有效延长芯片工作寿命。

[0014] 优选的,作为一种改进,所述测温电阻所在的电桥电路还设计有模式开关。

[0015] 技术效果:通过设计模式开关电路,简便地解决了大流量和小流量模式兼容的技术难题,且不增加额外成本,也不会造成传感器体积增大,实用性强;解决兼容性问题后,智能燃气表就能够做成一个通用性的标准件,实现燃气表通用,节约成本。

[0016] 优选的,作为一种改进,所述R1~R9按下标数字依次等间距线性排列的间距大小为0.01~0.03mm。

[0017] 技术效果:0.01~0.03mm等间距线性阵列分布,能够使温度场稳定,解决了MEMS流量计量传感器抗干扰性差的问题,提高了温差检测灵敏度。

[0018] 优选的,作为一种改进,所述环境温度监测电阻R0安装在上游气流来流端。

[0019] 技术效果:环境温度监测电阻R0安装在上游气流来流端,用以实时监测气流在吸收发热电阻的热量前的原始温度,保证精确的恒温差控制。

[0020] 优选的,作为一种改进,R0与R1之间的间距为0.5~0.7mm。

[0021] 技术效果:环境温度观测电阻R0与R1之间的间距0.5~0.7mm,保证环境观测处的气流温度不受下游热量的影响。

[0022] 优选的,作为一种改进,所述传感器芯片采用硅基芯片。

[0023] 技术效果:现有技术中的燃气流量计属于传统的机械式仪表,是机械制造,采集数据时需要每家每户读数抄表,不能直接接入互联网,而采用硅基芯片,则解决了这一问题,方便构建智能能源网。

[0024] 优选的,作为一种改进,所述硅基芯片由三层材料组成,分别是硅层、二氧化硅层和氮化硅层,二氧化硅层介于氮化硅和硅层之间,其中二氧化硅的厚度为5~7 μm ;氮化硅的厚度为18~20 μm 。

[0025] 技术效果:氮化硅材料具有优越的隔热作用,能够避免发热电阻发出的热量被电阻下面的基底材料(如硅基芯片中的硅)吸收,从而避免基底材料把发热电阻的热量吸走,影响MEMS流量计量传感器的测量精度,二氧化硅层介于氮化硅和硅层之间,能够使氮化硅结合得更好。

附图说明

[0026] 图1为本发明实施例的电阻阵列示意图。

- [0027] 图2为本发明实施例的结构示意图。
- [0028] 图3为本发明实施例的模式开关电路连接图示意图。
- [0029] 图4为本发明实施例的加热电阻和测温电阻的局部结构示意图。
- [0030] 图5为本发明实施例的信号处理电路图。

具体实施方式

- [0031] 下面通过具体实施方式进一步详细说明：
- [0032] 说明书附图中的附图标记包括：氮化硅层1、二氧化硅层2、硅层3。
- [0033] 实施例基本如附图1、图2所示：
- [0034] 一种应用于智能燃气表的MEMS流量计量传感器，包括：传感器芯片、信号处理电路、滤波器、转换器和电源，所述传感器芯片上集成有电阻，所述电阻包括发热电阻、测温电阻、环境温度观测电阻，所述电源提供直流电压激励，所述电源采用脉冲驱动，脉冲驱动指的是电源间歇性的打开，采用脉冲驱动能够显著降低芯片的功耗。
- [0035] 所述发热电阻包括R2、R4、R6和R8，发热电阻由直流激励源驱动。
- [0036] 所述测温电阻包括R1、R3、R5、R7和R9，测温电阻是热敏电阻，其结构如图3所示。测温电阻由温度-电阻特性曲线线性度高的Pt/Ni材料制作的，测温电阻接入惠斯通电桥作为电桥的测量桥臂，所述测温电阻电路还设计有模式开关，通过模式开关控制启用的测温电阻，以实现MEMS流量计量传感器对气体小流量和大流量情况下的通用性；例如测量小流量时，如图3所示，将模式开关调整到位置a处，控制所有的测温电阻同时启用；当测量大流量时，将模式开关调整到图3中所示的位置b处，启用部分测温电阻；本申请中测温电阻与发热电阻对称线性排列，因此启用的部分测温电阻包括R1、R5和R9。通过设计模式开关，以一种非常简便的方式解决了通用性的问题，且不增加额外成本，也不会造成传感器体积增大，实用性强。解决通用性问题后，智能燃气表就能够做成一个标准件，实现燃气表通用，节约成本。
- [0037] 所述环境温度观测电阻包括R0，环境温度观测电阻与电桥电路连接，实时监测来流端气流的温度。
- [0038] R1~R9按下标数字依次等间距线性排列，R0与R1~R9线性排列。所述R1~R9按下标数字依次等间距线性排列的间距大小为0.01~0.03mm，0.01~0.03mm等间距线性阵列分布，能够使温度场稳定，解决了抗干扰性差的问题，提高了温差检测灵敏度。
- [0039] 所述环境温度监测电阻R0安装在上游气流来流端，用以实时监测气流在吸收发热电阻的热量前的原始温度，以保证恒温差控制，也就是加热电阻的温度和气流原始温度间的温差恒定。R0与R1之间的间距为0.5~0.7mm。环境温度观测电阻R0与R1之间的间距0.5~0.7mm，保证环境观测处的气流温度不受下游热量的影响。
- [0040] 传统结构中，1个加热电阻两边对称分布两个测温电阻，此时中间的发热电阻散发出的热量对称分布，有气流通过时，就会冲破热场的对称分布，通过两边对称的测温电阻测量温差，再通过数学公式换算反推出气流的质量流量。但是，只有中间一个发热点，除非环境完全没有干扰，否则，离发热点越近的地方对称性就越好，离发热点越远的地方对称性就越差，对称性差会导致检测不准确。
- [0041] 理论上发热电阻越多，热场的对称性越好，抗干扰性越强，但是，发热电阻分布过

多,每个发热电阻两侧能检测到的温差过小,灵敏度低。因此,本申请优选4个发热电阻和5个测温电阻对称线性阵列分布,提高热场分布的对称性和传感器的抗干扰性,以提高传感器的测量精度。

[0042] 通过采用“脉冲驱动+电阻线性阵列分布”的设计能够将芯片功耗降到原来的1/10左右,还能有效延长芯片工作寿命。

[0043] 如图1所示,所述传感器芯片采用硅基芯片,所述硅基芯片由三层材料组成,分别是硅层3、二氧化硅层2和氮化硅层1,二氧化硅层2介于氮化硅和硅层3之间,其中二氧化硅的厚度为5~7 μm ;氮化硅的厚度为18~20 μm 。

[0044] 如图4所示,发热电阻和测温电阻分别通过金属连接焊盘,并通过芯片光刻加工技术制作在硅基芯片上,所述硅基芯片即为芯片基底。

[0045] 硅基芯片指芯片上的电路在硅基片上加工,制造MEMS燃气流量传感器芯片既能够用硅基片,也能够使用非硅基片,如有机材料聚酰亚胺基片,具有良好的绝缘性和柔软性,能够应用在曲面场合的测量。由于本申请应用于燃气管道内,聚酰亚胺基片本身有良好的柔软性,使用一定时间后容易产生变形而影响测量精度,因此本申请中优选硅基片。现有技术中的燃气流量计属于传统的机械式仪表,是机械制造,采集数据时需要每家每户读数抄表,不能直接接入互联网,而采用硅基芯片制造的MEMS流量计量传感器,则解决了这一问题。

[0046] 同时,氮化硅材料具有优越的隔热作用,能够避免发热电阻发出的热量被电阻下面的基底材料(如硅基芯片中的硅)吸收,从而避免基底材料把发热电阻的热量吸走,影响MEMS流量计量传感器的测量精度。

[0047] 将MEMS流量计量传感器安装在燃气管道中,打开电源,发热电阻通电发热,发热电阻附近的气体吸收热量,当气体不流动时或者气流为0时,发热电阻上下游的测温电阻测得的温度值相等,温差为0;当气流不为0时,上游的气体会向下游走,于是上下游的测温电阻测量得到的温度不相等,产生温差;测温电阻接入电桥电路,电桥电路会出现电流信号,通过数学推导,与气体的流量建立起对应关系,电桥电路输出的电流信号再依次接入信号处理电路、滤波器和转换器,信号处理电路如图5所示,本实施例中的转换器指的是模数转换器(A/D转换器),信号处理电路把电流信号转换成适合于模数转换器输入的信号,滤波器对电流信号中特定频率的频点或该频点以外的频率进行有效滤除,得到特定频率的电源信号,或消除一个特定频率后的电源信号,模数转换器将电流信号转变为数字信号,通过对电流信号进行上述处理,电流信号即转变成了二进制的气体流量测量值数据,二进制的气体流量测量数据连接计算机就能够接入互联网,于是,气体流量测量值就能够通过互联网传输,便于燃气管路中的气流流量智能化计量和管理。

[0048] 以上所述的仅是本发明的实施例,方案中公知的具体技术方案和/或特性等常识在此未做过多描述。应当指出,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明技术方案的前提下,还能够做出若干变形和改进,这些也应该视为本发明的保护范围,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。本申请要求的保护范围应当以其权利要求的内容为准,说明书中的具体实施方式等记载能够用于解释权利要求的内容。

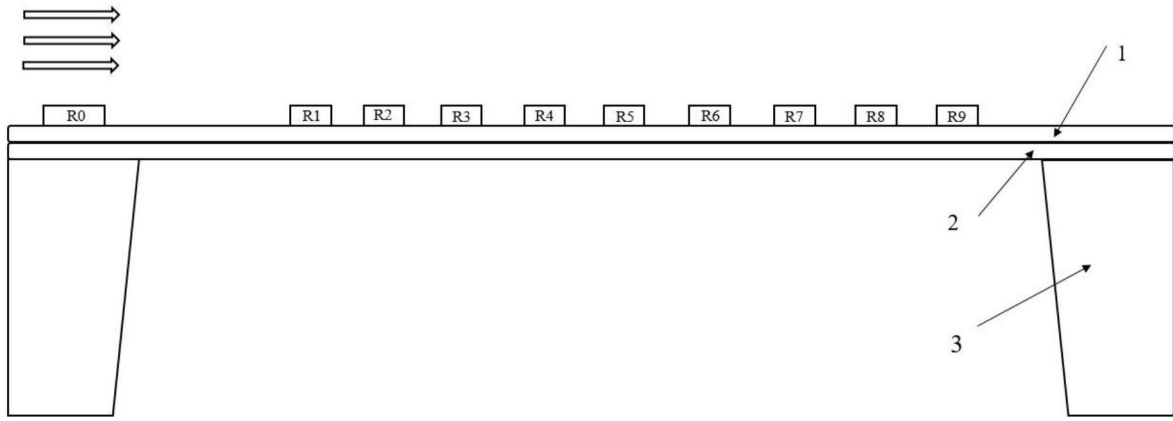


图1

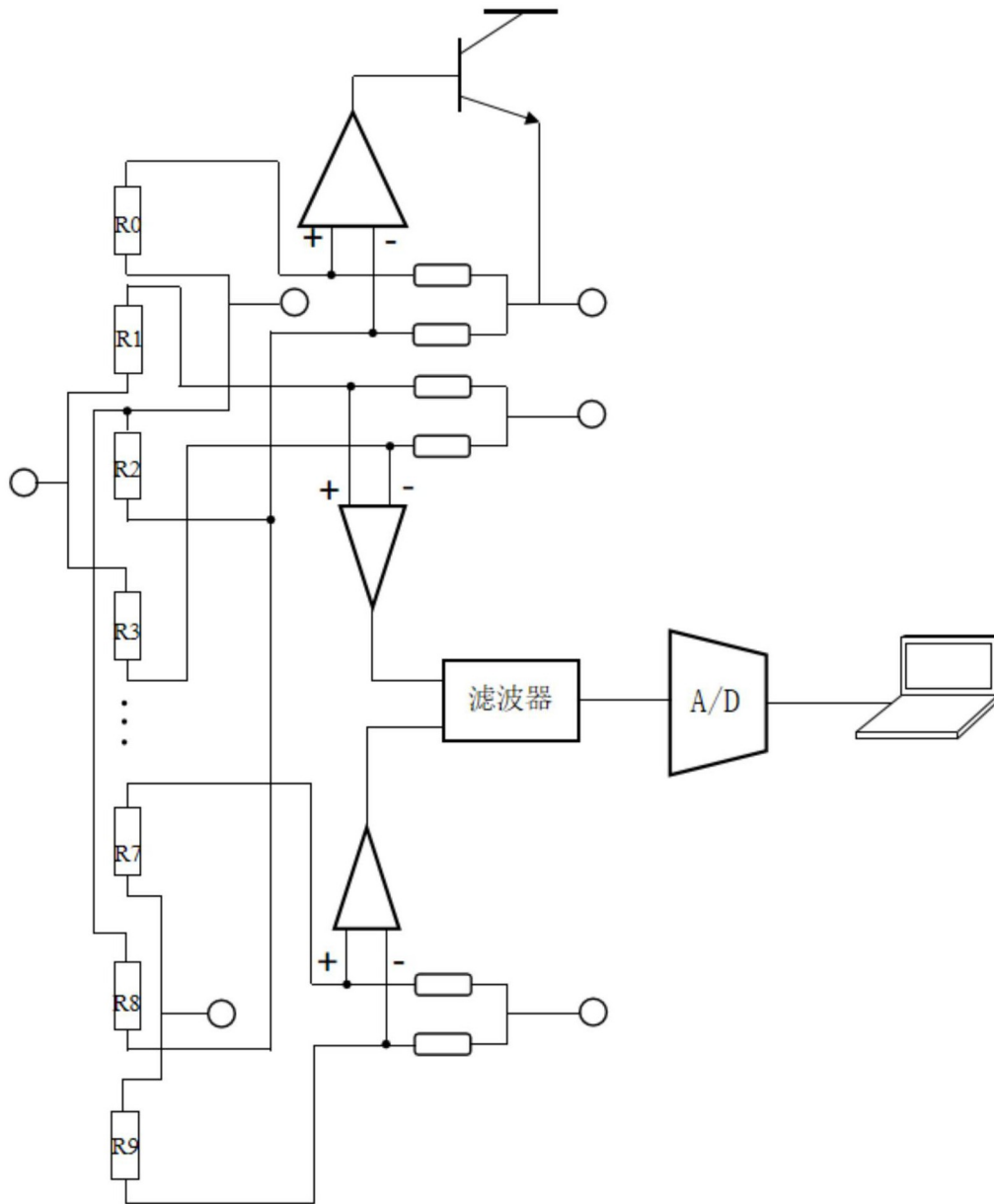


图2

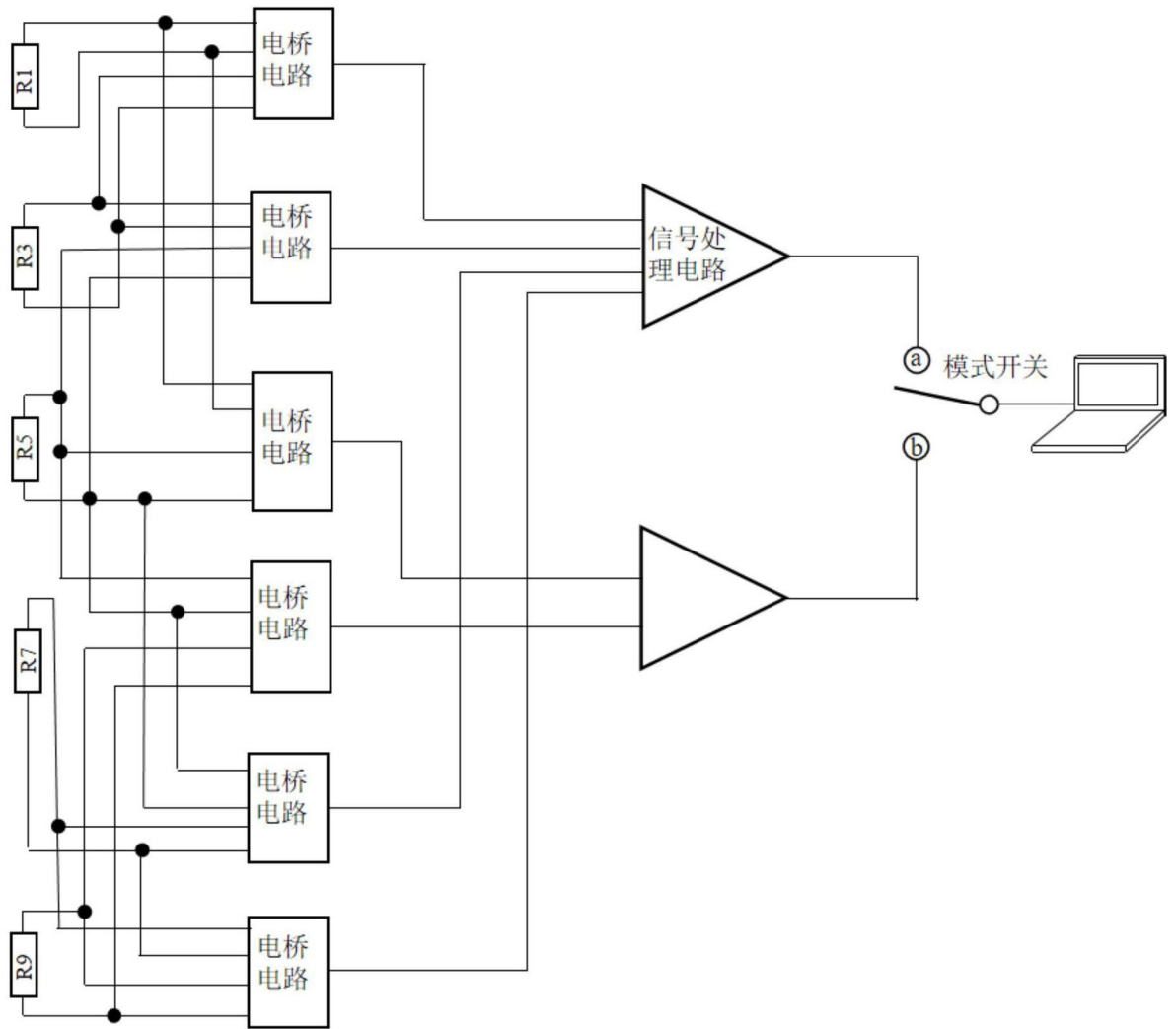


图3

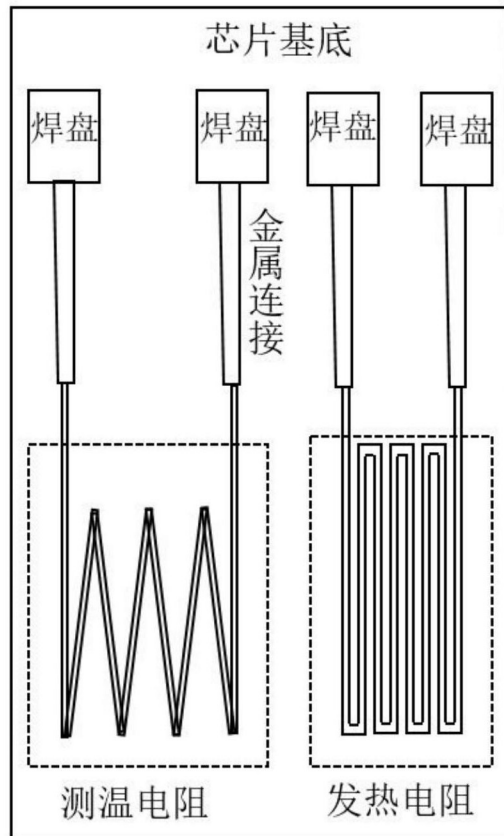


图4

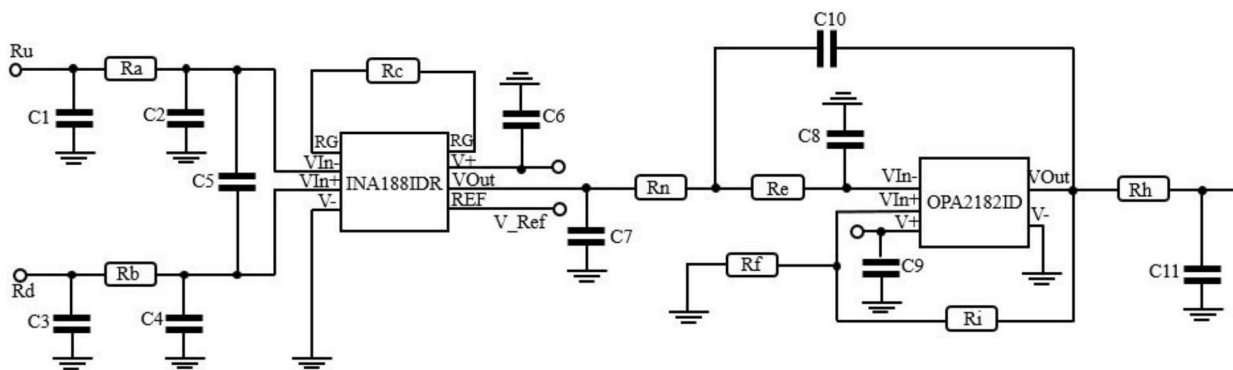


图5