



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211955317 U

(45)授权公告日 2020.11.17

(21)申请号 201921497560.7

(22)申请日 2019.09.09

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 刘富春 杨德华

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍 陈伟斌

(51) Int. Cl.

G01N 29/02(2006.01)

G01F 1/66(2006.01)

G01K 7/22(2006.01)

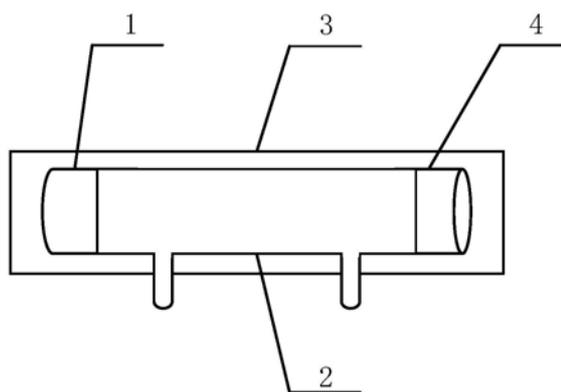
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)实用新型名称

一种超声波氧气检测装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种超声波氧气检测装置,包括电源电路、微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路和传感器;所述微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路均与电源电路连接;所述微控制器及其外围电路、传感器和检测电路依次连接;所述LED指示电路与微控制器及其外围电路连接;所述传感器包括超声波传感器和温度传感器;所述检测电路,包括回波检测电路以及温度检测电路;超声波传感器、回波检测电路和微控制器及其外围电路依次连接;温度传感器、温度检测电路和微控制器及其外围电路依次连接。本新型装置解决了传统检测方法存在的安全问题,氧气检测的过程简易方便,具有体积小、反应迅速、准确度高、研制周期短等特点。



1. 一种超声波氧气检测装置,其特征在于,包括电源电路、微控制器及其外围电路、传感器、检测电路和LED指示电路;所述微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路均与电源电路连接;所述微控制器及其外围电路、传感器和检测电路依次连接;所述LED指示电路与微控制器及其外围电路连接。

2. 根据权利要求1所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述LED指示电路主要由若干个发光二极管组成,若干个发光二极管各自与微控制器的引脚连接。

3. 根据权利要求1所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述检测电路包括回波检测电路以及温度检测电路,均与微控制器及其外围电路连接;所述回波检测电路主要由第一TLV272芯片、第二TLV272芯片和SN74LVC1G3157芯片组成,第一TLV272芯片、SN74LVC1G3157芯片和第二TLV272芯片依次相连;温度检测电路主要由TLV272芯片组成。

4. 根据权利要求1所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述传感器包括第一超声波传感器、第二超声波传感器和温度传感器;第一超声波传感器、第二超声波传感器相互连接,同时第一超声波传感器、第二超声波传感器均与回波检测电路连接,温度传感器与温度检测电路连接。

5. 根据权利要求1所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述电源电路包括5.0V稳压模块和3.3V稳压模块,所述5.0V稳压模块与3.3V稳压模块连接;3.3V稳压模块为微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路供电;5.0V稳压模块与12V直流电源连接。

6. 根据权利要求5所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述5.0V稳压模块为ASM117电源模块。

7. 根据权利要求5所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述3.3V稳压模块为TLV7023电源模块。

8. 根据权利要求1所述的超声波氧气检测装置,其特征在于,所述微控制器及其外围电路采用基于ARM Cortex-M0内核的STM32F0单片机。

一种超声波氧气检测装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及氧气分析的技术领域,尤其涉及一种超声波氧气检测装置。

背景技术

[0002] 近年来,钢铁冶金、石油化工、电力、造纸等行业的快速发展所衍生的环境污染问题对我国可持续发展带来了很大的压力,我们迫切地需要对其生产过程分析和控制能力进行提升,节能减排已成为我国的国策。氧气作为工业生产燃烧过程中的助燃气体和人类赖以生存的气体,对其浓度进行在线监测已成为节能减排的重要手段之一。

[0003] 目前用于监测氧气浓度的传感器大多通过其探头的电阻或电容变化来测定氧气浓度,易受外界电磁波干扰。并且氧气是助燃气体,直接与电阻电容接触,会存在一定的安全隐患。而对于半导体气敏元件,它结构简单、实用方便,但不适合对气体进行精确的分析,多用于粗略鉴别和定性分析。此外还有一类光谱吸收式的气体传感器,由于氧气吸收强度比大气中其他气体低很多,所以利用传统光源的光谱吸收法检测存在很大困难,光源光谱的宽度和光强因素也限制了它的应用。

[0004] 氧气也是辅助治疗的必需品,在康复医学、保健医学、预防医学等方面都有其独特的作用。但目前医院主要使用浮子式流量计监测氧气流量,而浮子式流量计具有不能量化流量大小、误差大、不易控制等问题。这就迫切需要开发新型的氧气流量计,以满足医疗检测的需求。气体流量检测技术主要有热式质量流量检测、气体涡轮流量检测、容积式流量检测等,这些技术都有误差比较大,易受干扰,稳定性不好,易发生漂移等缺点。

[0005] 超声波是指频率高于20KHz的机械波,可以避免信号采集时外围噪声对信号的影响,有定向性好,能量集中,结构简单,体积小等诸多特点。随着超声波计量检测技术的快速发展,其在工业、机械自动化等行业中都有越来越广泛的应用。超声波氧气检测装置克服了传统检测方法本身的不足,它可以满足高精度的测量,同时可以在较为安全的情况下进行氧气检测,完全可以适应未来高精度测量的挑战,继续保持在气体检测领域中的领先地位。

[0006] 基于超声波检测技术,超声波氧气检测装置通过收发一体式的超声波传感器、微控制器等硬件设备,同时进行氧气浓度和氧气流量的检测。其检测装置具有体积小,反应快速,测量稳定,准确度高等特点。

实用新型内容

[0007] 本实用新型为了克服上述现有技术的不足,提出了一种超声波氧气检测装置,可在线检测氧气浓度和流量,稳定性强,在微控制器、超声波传感器等模块搭建的硬件平台上检测氧气浓度和流量,具有体积小、安全可靠、使用寿命长、稳定性高、价格便宜等特点,满足当前对氧气浓度和流量的测量精度要求。

[0008] 本实用新型至少通过如下技术方案之一实现。

[0009] 一种超声波氧气检测装置,包括电源电路、微控制器及其外围电路、传感器、检测电路和LED指示电路;所述微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路均与电源电路连

接;所述微控制器及其外围电路、传感器和检测电路依次连接;所述LED指示电路与微控制器及其外围电路连接。

[0010] 进一步的,所述LED指示电路主要由若干个发光二极管组成,若干个发光二极管各自与微控制器的引脚连接。

[0011] 进一步的,所述检测电路包括回波检测电路以及温度检测电路,均与微控制器及其外围电路连接;所述回波检测电路主要由第一TLV272芯片、第二TLV272芯片和SN74LVC1G3157芯片组成,第一TLV272芯片、SN74LVC1G3157芯片和第二TLV272芯片依次相连;温度检测电路主要由TLV272芯片组成。

[0012] 进一步的,所述传感器包括第一超声波传感器、第二超声波传感器和温度传感器;第一超声波传感器、第二超声波传感器相互连接,同时第一超声波传感器、第二超声波传感器均与回波检测电路连接,温度传感器与温度检测电路连接。

[0013] 进一步的,所述电源电路包括5.0V稳压模块和3.3V稳压模块,所述5.0V稳压模块与3.3V稳压模块连接;3.3V稳压模块为微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路供电;5.0V稳压模块与外部的12V直流电源连接。

[0014] 进一步的,所述5.0V稳压模块为ASM117电源模块;所述3.3V稳压模块为TLV7023电源模块。

[0015] 电源电路以外部的12V直流电源作为电路的输入端,12.0V经过ASM117电源模块输出5.0V,其再经过TLV7023电源模块提供3.3V的工作电压,为微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路供电。

[0016] 所述检测电路,包括回波检测电路以及温度检测电路两部分。回波检测电路通过切换网络接收超声波传感器转换的电压信号,使其通过运算放大器进行放大,经过滤波处理后输送给微控制器。温度检测电路以NTC型的热敏电阻为核心,将其阻值对应的电压输送给微控制器。

[0017] 所述LED指示电路,其根据检测装置的氧气浓度大小使对应的LED灯亮或者灭,体现当前氧气浓度的情况。

[0018] 所述第一超声波传感器和第二超声波传感器是收发一体式的,可将电能转换为机械能,即发射超声波;或者接收超声波,将机械能转换为电能。

[0019] 所述温度传感器为NTC型的热敏电阻,用于表示温度的变化,在温度越高时电阻值越低。

[0020] 进一步的,所述微控制器及其外围电路采用基于ARM Cortex-M0内核的STM32F0单片机,其具有资源齐全、结构简单、外设扩展性好、成本低的优势。其用于采集超声波的正向传导时间以及反向传导时间,通过ADC采集计算出气体温度,根据采集到的数据进行氧气浓度和流量计算;根据UART通讯协议接收到的数据,发送对应的数据指令,比如仪器编号,并每隔一段时间发送检测结果的数据帧;通过PWM模式,根据检测装置的氧气浓度和流量,使其对应的引脚输出相对应的模拟电压。

[0021] 所述UART通讯协议的数据帧格式如下:

[0022] 1、起始符,作为数据帧的首部部分,表示此帧数据的发送方,比如本检测装置;

[0023] 2、长度,用于表示数据帧的字节长度,包括数据和命令号;

[0024] 3、命令号,用于表示信息的类型,即此帧数据的功能;

[0025] 4、数据,用于表示信息的具体数据,可包括n个字节数据;

[0026] 5、校验位,对校验位之前的数据进行求和,256减去数据总和而得到校验位,用于判断接收到的数据帧是否出错,保证数据帧的准确性。

[0027] 该数据帧基本格式的所有信息均采用无符号的单字节整型变量的数据类型,以16进制的格式体现。

[0028] 本实用新型的超声波氧气检测装置的检测过程包括以下步骤:

[0029] 步骤1、初始化硬件设备:对硬件平台上电,初始化串口和子系统硬件平台。

[0030] 步骤2、发送正向超声波:微控制器发送激励信号,即6个25us的脉冲,同时开启定时器。激励信号直接输送给第一超声波传感器,第一超声波传感器将其转换为机械能,发射超声波。

[0031] 步骤3、接收正向超声波:第二超声波传感器接收到信号后,将机械能转换为电能,通过切换网络,经运算放大器进行放大,再经过滤波处理后,输送给微控制器。微控制器接收到信号后,根据定时器的计数值,计算出超声波的正向传导时间。

[0032] 步骤4、发送反向超声波:微控制器发送激励信号,即6个25us的脉冲,同时开启定时器。激励信号直接输送给第二超声波传感器,第二超声波传感器将其转换为机械能,发射超声波。

[0033] 步骤5、接收反向超声波:第一超声波传感器接收到信号后,将机械能转换为电能,通过切换网络,经运算放大器进行放大,再经过滤波处理后,输送给微控制器。微控制器接收到信号后,根据定时器的计数值,计算出超声波的反向传导时间。

[0034] 步骤6、计算气体温度:微控制器通过自身的ADC采集到热敏电阻对应的电压,计算出其电阻值,再根据热敏电阻阻值与温度的关系表,计算出当前气体的温度。

[0035] 步骤7、计算氧气浓度和流量:根据超声波的正向传导时间以及反向传导时间、气体温度的数据,结合氧气浓度和流量的关系式,从而计算出检测装置的当前氧气浓度和流量。微控制器通过USART发送检测结果的数据帧,并根据其接收到的数据,发送对应的数据指令,比如仪器编号;通过自身的PWM,微控制器根据检测装置的氧气浓度和流量,使其对应的引脚输出相对应的模拟电压,并作出相应的LED指示。

[0036] 最后重复步骤2到步骤7,使得超声波氧气检测装置在线检测氧气浓度和流量,及时更新检测结果。

[0037] 所述计算气体温度通过微控制器的模数转换器(ADC)和热敏电阻实现。

[0038] 所述发送正向或反向超声波是通过微控制器发送的6个25us的脉冲激励信号,直接输送给超声波传感器,超声波传感器再将其转换为机械能,从而发射出超声波。

[0039] 所述接收正向或反向超声波是超声波传感器接收到信号后,将机械能转换为电能,通过切换网络后进行放大,再经滤波处理后输送给微控制器,完成一次超声波的接收。

[0040] 本实用新型提供了一种超声波氧气检测装置,通过微控制器先后控制第一超声波传感器和第二超声波传感器发射超声波或接收超声波,获得超声波的正向传导时间以及反向传导时间;通过热敏电阻获得气体温度。根据氧气浓度和流量的关系式,计算出检测装置的当前氧气浓度和流量。本实用新型解决了传统检测方法存在的安全问题,氧气检测的过程简易方便,具有体积小、反应迅速、准确度高、研制周期短等特点。

附图说明

- [0041] 图1为本实施例的一种超声波氧气检测装置的装置图；
- [0042] 图2为本实施例超声波氧气检测装置的硬件结构图；
- [0043] 图3为本实施例超声波氧气检测装置的工作流程图；
- [0044] 图4为本实施例超声波氧气检测装置的电源系统图；
- [0045] 图5为本实施例超声波氧气检测装置的数据帧格式图；
- [0046] 其中：1-第一超声波传感器，2-管腔，3-整体硬件电路板，4-第二超声波传感器。

具体实施方式

[0047] 下面结合实施例及附图，对本实用新型作进一步地详细说明，但本实用新型的实施方式不限于此。

[0048] 如图1和图2所示的一种超声波氧气检测装置，包括第一超声波传感器1、管腔2、整体硬件3和第二超声波传感器4；第一超声波传感器1通过管腔2与第二超声波传感器4连接，用于传输超声波传感器发射的超声波；整体硬件电路板3包括电源电路、微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路。

[0049] 进一步的，所述微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路均与电源电路连接；所述微控制器及其外围电路、传感器和检测电路依次连接；所述LED指示电路与微控制器及其外围电路连接；LED指示电路主要由多个发光二极管组成，各自与微控制器的引脚连接。

[0050] 进一步的，所述检测电路包括回波检测电路以及温度检测电路，均与微控制器及其外围电路连接；所述回波检测电路主要由第一TLV272芯片、第二TLV272芯片和SN74LVC1G3157芯片组成，第一TLV272芯片、SN74LVC1G3157芯片和第二TLV272芯片依次相连；温度检测电路主要由TLV272芯片组成。

[0051] 进一步的，所述传感器包括第一超声波传感器1、第二超声波传感器4和温度传感器；第一超声波传感器1通过管腔2与第二超声波传感器4连接，同时第一超声波传感器1、第二超声波传感器4均与回波检测电路连接，温度传感器与温度检测电路连接。

[0052] 所述电源电路包括5.0V稳压模块和3.3V稳压模块，所述5.0V稳压模块与3.3V稳压模块连接；3.3V稳压模块为微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路供电；5.0V稳压模块与外部的12V直流电源连接。

[0053] 所述5.0V稳压模块为ASM117电源模块；所述3.3V稳压模块为TLV7023电源模块。

[0054] 如图4所示，电源电路以外部的12V直流电源作为电路的输入端，12.0V经过ASM117电源模块输出5.0V，其再经过TLV7023电源模块提供3.3V的工作电压，为微控制器及其外围电路、检测电路、LED指示电路供电。

[0055] 所述检测电路，包括回波检测电路以及温度检测电路两部分。回波检测电路通过切换网络接收超声波传感器转换的电压信号，使其通过运算放大器进行放大，经过滤波处理后输送给微控制器。温度检测电路以NTC型的热敏电阻为核心，将其阻值对应的电压输送给微控制器。

[0056] 所述LED指示电路，其根据检测装置的氧气浓度大小使对应的LED灯亮或者灭，体现当前氧气浓度的情况。

[0057] 所述超声波传感器是收发一体式的,可将电能转换为机械能,即发射超声波;或者接收超声波,将机械能转换为电能。

[0058] 所述温度传感器为NTC型的热敏电阻,在温度越高时电阻值越低。

[0059] 进一步的,所述微控制器及其外围电路采用基于ARM Cortex-M0内核的STM32F0单片机,其具有资源齐全、结构简单、外设扩展性好、成本低的优势。其用于采集超声波的正向传导时间以及反向传导时间,通过ADC采集计算出气体温度,根据采集到的数据进行氧气浓度和流量计算;根据UART通讯协议接收到的数据,发送对应的数据指令,比如仪器编号,并每隔一段时间(本实施例的时间为1秒)发送检测结果的数据帧;通过PWM(Pulse Width Modulation)模式,根据检测装置的氧气浓度和流量,使其对应的引脚输出相对应的模拟电压。

[0060] 如图5所示,所述UART通讯协议一帧数据的格式如下:

[0061] 6、起始符,作为数据帧的首部部分,表示此帧数据的发送方,比如本检测装置;

[0062] 7、长度,用于表示数据帧的字节长度,包括数据和命令号;

[0063] 8、命令号,用于表示信息的类型,即此帧数据的功能;

[0064] 9、数据,用于表示信息的具体数据,可包括n个字节数据;

[0065] 10、校验位,对校验位之前的数据进行求和,再被256减去而得到校验位,用于判断接收到的数据帧是否出错,保证数据帧的准确性;

[0066] 该数据帧基本格式的所有信息均采用无符号的单字节整型变量的数据类型,以16进制的格式体现。

[0067] 如图3所示,本实施例的超声波氧气检测装置的检测过程包括以下步骤:

[0068] 步骤1、初始化硬件设备:对硬件平台上电,初始化串口和子系统硬件平台。硬件平台基于STM32F0的硬件平台,首先配置系统时钟为48MHz,使用外部有源8MHz晶振作为HSE的旁路模式输入。配置第一定时器的频率为2MHz,并将第一定时器的第一通道的模式设置为输入捕获,通过其计数值以计算出超声波的正向传导时间以及反向传导时间。配置第二定时器的频率80KHz,设置更新中断,用来输出6个25us的脉冲激励信号。配置第三定时器的频率为1MHz,并将第三定时器的第三通道和第四通道的模式设置为PWM模式1,用来输出氧气浓度和流量对应的模拟电压。初始化第一串口,用来接收PC机的指令和发送数据指令。初始化ADC的第一通道,用来采集温度传感器对应的电压信号。

[0069] 步骤2、发送正向超声波:微控制器发送激励信号,即6个25us的脉冲,同时开启第一定时器。激励信号直接输送给第一超声波传感器1,第一超声波传感器1将其转换为机械能,发射超声波。

[0070] 步骤3、接收正向超声波:第二超声波传感器4接收到信号后,将机械能转换为电能,通过切换网络,经回波检测电路的运算放大器进行放大,再经过滤波处理后,输送给微控制器。微控制器接收到信号后,根据第一定时器的计数值,计算出超声波的正向传导时间。

[0071] 超声波的正向传导时间的计算公式如下:

$$[0072] \quad T_f = \frac{CNT_f}{2} - T_{fr}$$

[0073] 其中, T_f 表示超声波的正向传导时间,单位为us, CNT_f 表示超声波正向传导时第一

定时器的计数值, T_{fr} 表示超声波正向传导时的时间误差,单位为 μs 。

[0074] 步骤4、发送反向超声波:微控制器发送激励信号,即6个25 μs 的脉冲,同时开启第一定时器。激励信号直接输送给第二超声波传感器4,第二超声波传感器4将其转换为机械能,发射超声波。

[0075] 步骤5、接收反向超声波:第一超声波传感器1接收到信号后,将机械能转换为电能,通过切换网络,经回波检测电路的运算放大器进行放大,再经过滤波处理后,输送给微控制器。微控制器接收到信号后,根据第一定时器的计数值,计算出超声波的反向传导时间。

[0076] 超声波的反向传导时间的计算公式如下:

$$[0077] \quad T_r = \frac{CNT_r}{2} - T_{rr}$$

[0078] 其中, T_r 表示超声波的反向传导时间,单位为 μs , CNT_r 表示超声波反向传导时第一定时器的计数值, T_{rr} 表示超声波反向传导时的时间误差,单位为 μs 。

[0079] 步骤6、计算气体温度:微控制器通过自身的ADC采集到温度检测电路中热敏电阻对应的电压,计算出其电阻值,再根据热敏电阻阻值与温度的关系表,计算出当前气体的温度。

[0080] 热敏电阻的电阻值计算公式如下:

$$[0081] \quad V = \frac{3300 * Digital}{4096}$$

$$[0082] \quad R = \frac{3300 - V}{V} * R_f$$

[0083] 其中, $Digital$ 表示微控制器通过ADC采集到的数字量, V 表示与热敏电阻对应的电压值,单位为mV, R_f 表示热敏电阻的参考值(本实施使用的参考值是10k Ω),单位为 Ω , R 表示热敏电阻的电阻值,单位为 Ω 。

[0084] 步骤7、计算氧气浓度和流量:根据超声波的正向传导时间以及反向传导时间、气体温度的数据,结合氧气浓度和流量的关系式,从而计算出检测装置的当前氧气浓度和流量。微控制器通过USART发送检测结果的数据帧,并根据其接收到的数据,发送对应的数据指令,比如仪器编号;通过自身的PWM,微控制器根据检测装置的氧气浓度和流量,使其对应的引脚输出相对应的模拟电压,并作出相应的LED指示。

[0085] 氧气浓度的计算公式如下:

$$[0086] \quad T_s = T_f + T_r$$

$$[0087] \quad C = C_{00} + C_{10} * T_s + C_{01} * T + C_{20} * T_s^2 + C_{11} * T_s * T + C_{02} * T^2 + \frac{C_{03}}{T}$$

[0088] 其中, T_f 表示超声波的正向传导时间,单位为 μs , T_r 表示超声波的反向传导时间,单位为 μs , T_s 表示超声波的正向传导时间与反向传导时间之和,单位为 μs , T 表示气体温度,单位为 $^{\circ}C$, C_{00} 、 C_{10} 、 C_{01} 、 C_{20} 、 C_{11} 、 C_{02} 、 C_{03} 表示超声波氧气检测装置关于氧气浓度计算的各个常数, $C_{00} = -1543$, $C_{10} = 10.09$, $C_{01} = -34.07$, $C_{20} = -0.002261$, $C_{11} = -0.2537$, $C_{02} = 4.836$, $C_{03} = 0$, C 表示当前的氧气浓度,单位为%。

[0089] 氧气流量的计算公式如下：

$$[0090] \quad T_e = T_r - T_f$$

$$[0091] \quad Q = Q_{00} + Q_{10} * T_e + Q_{20} * T_e^2$$

[0092] 其中, T_f 表示超声波的正向传导时间,单位为us, T_r 表示超声波的反向传导时间,单位为us, T_e 表示超声波的反向传导时间与正向传导时间之差,单位为us, Q_{00} 、 Q_{10} 、 Q_{20} 表示超声波氧气检测装置关于氧气流量计算的各个常数, $Q_{00}=0.04157$, $Q_{10}=-17.59$, $Q_{20}=1862$, Q 表示当前的氧气流量,单位为L/min。

[0093] 微控制器根据检测装置的氧气浓度和流量,其引脚输出的模拟电压计算公式如下：

$$[0094] \quad V_C = \frac{C}{100} * 2.5$$

$$[0095] \quad V_Q = \frac{Q}{10} * 2.5$$

[0096] 其中, C 表示当前的氧气浓度,单位为%, V_C 表示与氧气浓度对应输出的模拟电压,单位为V, Q 表示当前的氧气流量,单位为L/min, V_Q 表示与氧气浓度对应输出的模拟电压,单位为V。

[0097] 最后重复步骤2到步骤7,使得超声波氧气检测装置在线检测氧气浓度和流量,及时更新检测结果。

[0098] 上述实施例为本实用新型较佳的实施方式,但本实用新型的实施方式并不受所述实施例的限制,其他的任何未背离本实用新型的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本实用新型的保护范围之内。

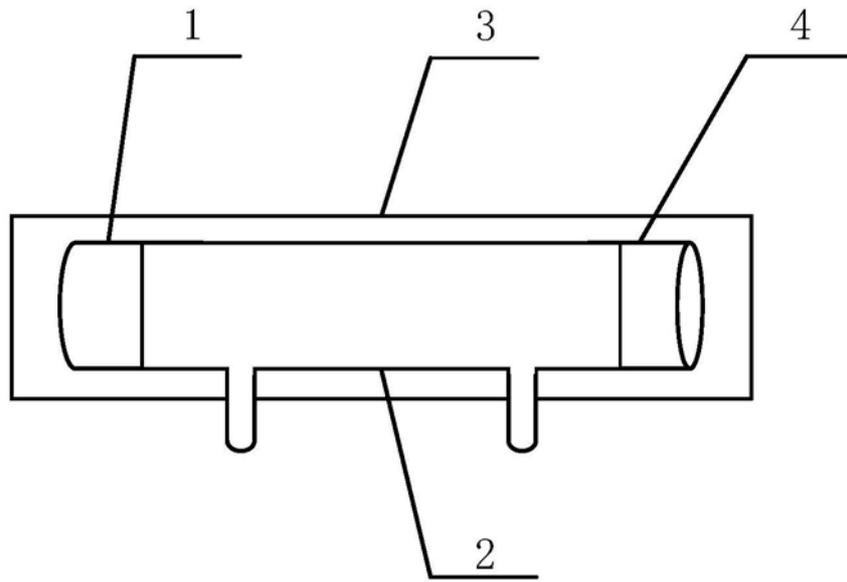


图1

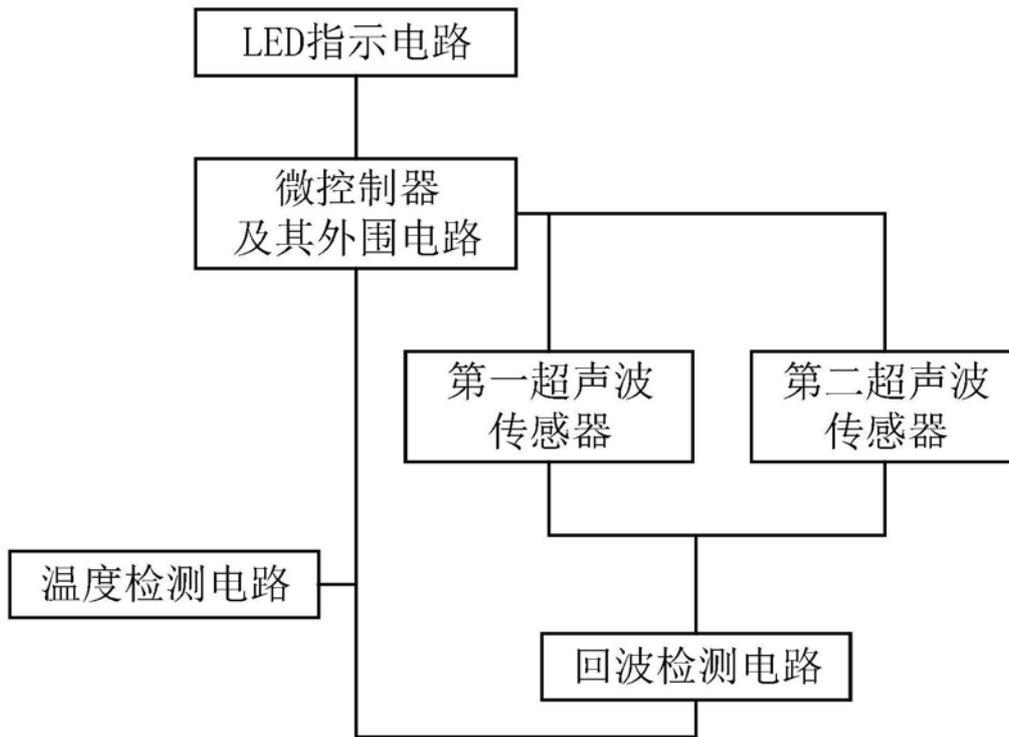


图2

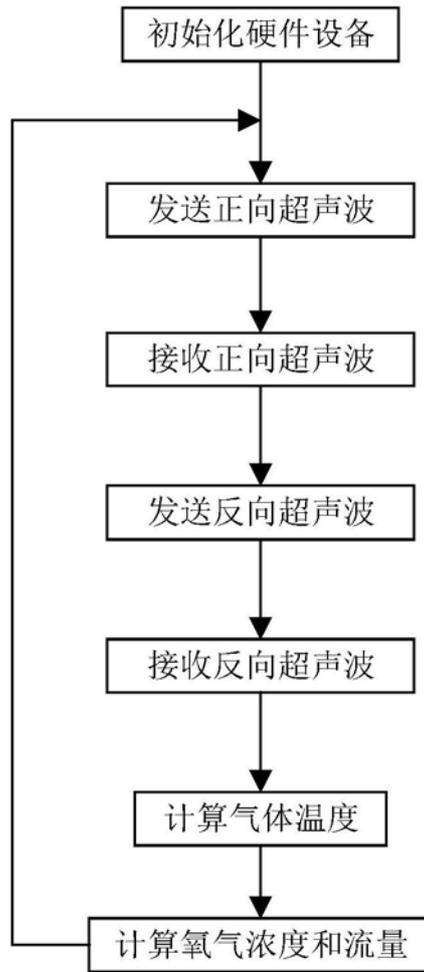


图3

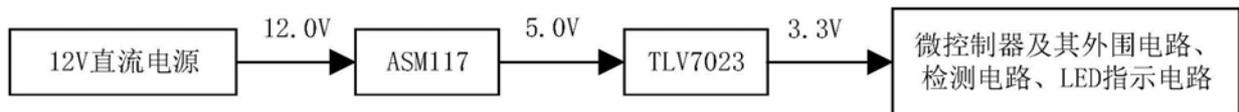


图4



图5