



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114440998 B

(45) 授权公告日 2024.07.23

(21) 申请号 202111565885.6

(22) 申请日 2021.12.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114440998 A

(43) 申请公布日 2022.05.06

(73) 专利权人 重庆川仪自动化股份有限公司

地址 400700 重庆市北碚区人民村1号

(72) 发明人 邹明伟 吴雪琼 赵俊奎 顾晴雯

李强 王伟 杜伟 刘奕伽

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通

合伙) 31219

专利代理师 李铁

(51) Int. Cl.

G01F 1/86 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107014452 A, 2017.08.04

CN 206164901 U, 2017.05.10

JP H04331323 A, 1992.11.19

审查员 许小凤

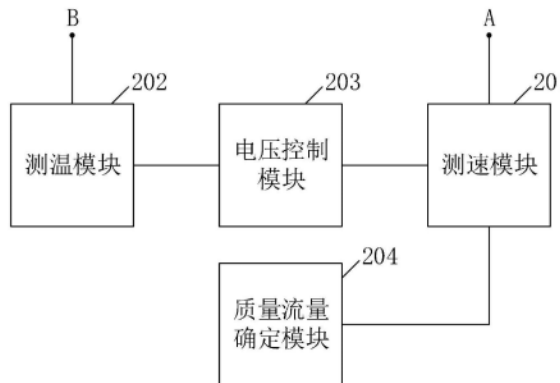
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

流体质量流量测量电路及流体质量流量测量计

(57) 摘要

本发明涉及流体测量技术领域,公开了一种流体质量流量测量电路及流体质量流量测量计,该流体质量流量测量电路将用于测量管壁内待测流体的流速的测速模块连接工作电源,并将用于测量待测流体的温度的测温模块连接恒流源,通过电压控制模块分别连接测速模块和测温模块,以控制测速模块与测温模块之间的温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定,再通过质量流量确定模块连接测速模块,以根据测速模块的发热功率和测速模块与测温模块之间的温度差确定待测流体的质量流量,相较于采用微处理器获取待测流体的质量流量,通过纯硬件方式对待测流体的质量流量进行测量,提高了获取测量结果的响应速度。



1. 一种流体质量流量测量电路,其特征在于,包括:

测速模块,连接工作电源,用于测量管壁内待测流体的流速;

测温模块,连接恒流源,用于测量所述待测流体的温度;

电压控制模块,分别连接所述测速模块和所述测温模块,用于将所述测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压,根据所述测速模块与所述测温模块的电压差确定两者之间的温度差,并控制所述温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定;

质量流量确定模块,连接所述测速模块,用于根据所述测速模块的发热功率和所述测速模块与所述测温模块之间的温度差确定所述待测流体的质量流量;

所述流体质量流量测量电路还包括检流模块,所述检流模块连接所述测速模块,用于测量所述测速模块的电流;

所述电压控制模块包括温差设定单元、电压运算单元、放大器单元、调整管,所述流体质量流量测量电路还包括,所述温差设定单元用于根据所述预设温度差阈值输出设定电压;所述电压运算单元的输入端分别连接所述测速模块、所述测温模块以及所述检流模块,所述电压运算单元用于根据测速模块的电压、测温模块的电压和检流模块的电压输出运算电压;所述放大器单元的输入端分别连接所述电压运算单元的输出端和所述温差设定单元的输出端,所述放大器单元的输出端连接所述调整管的基极,所述工作电源先后通过所述调整管的集电极和发射极之后连接所述测速模块,所述放大器单元用于根据所述设定电压为基准,与所述测速模块与所述测温模块之间的温度差进行比较后,确定输出的放大系数控制调整管的输出电流,进而反向控制所述运算电压保持在所述设定电压内;

所述电压运算单元包括第一放大子单元、第二放大子单元、第三放大子单元、除法子单元、减法子单元,所述流体质量流量测量电路还包括,所述第一放大子单元的输入端连接所述测速模块,所述第二放大子单元连接所述检流模块,所述第三放大子单元的输入端连接所述测温模块;所述除法子单元的输入端分别连接所述第一放大子单元的输出端和所述第二放大子单元的输出端;所述减法子单元的输入端分别连接所述第三放大子单元的输出端和所述除法子单元的输出端,所述减法子单元的输出端连接所述所述放大器单元的第二输入端;

通过以下方法确定所述设定电压:
$$\begin{cases} V_7 = K \times T_s, \\ K = \frac{k_1 \cdot k_3 \cdot A_1}{k_2 \cdot R_1} = k_5 \times I_{PT2} \times A_2 \end{cases}$$
, 其中, V_7 为所述设定电

压, K 为运算系数, T_s 为所述预设温度差阈值, k_1 为第一放大子单元的增益, k_2 为第二放大子单元的增益, k_3 为除法子单元的增益, k_5 为第三放大子单元的增益, A_1 为测速电阻与所述测速模块温度之间的温度系数, A_2 为测温电阻与所述测温模块温度之间的温度系数, R_1 为所述检流模块的电阻, I_{PT2} 为恒流源的电流。

2. 根据权利要求1所述的流体质量流量测量电路,其特征在于,所述流体质量流量测量电路还包括过流保护模块,所述测速模块通过所述过流保护模块连接至所述工作电源。

3. 根据权利要求2所述的流体质量流量测量电路,其特征在于,所述过流保护模块包括保护MOS管、保护三极管、负载电阻、下拉电阻、保护电阻和滤波单元,

所述工作电源分别连接负载电阻的一端与保护三极管的发射极,所述负载电阻的另一

端分别连接保护三极管的基极、保护MOS管的源极；所述保护三极管的集电极分别连接下拉电阻的一端与保护MOS管的栅极；所述下拉电阻另一端接地；所述保护MOS管的源极与漏极之间连接保护电阻；所述保护MOS管的漏极并联有滤波单元输出电流；

其中，当所述保护MOS处于导通状态时，输出滤波后的电流信号；而当所述保护三极管的发射极与基极之间导通时，所述下拉电阻连接工作电源，增大保护MOS管的栅极电压，使得保护MOS管处于截止状态，促使工作电源通过保护电阻输出的电流进行过流保护。

4. 根据权利要求1所述的流体质量流量测量电路，其特征在于，所述电压运算单元还包括电压跟随器子单元，所述除法子单元的输出端经过所述电压跟随器子单元连接所述减法子单元的输入端，所述电压跟随器子单元用于隔离所述除法子单元和所述减法子单元之间的信号干扰。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的流体质量流量测量电路，其特征在于，通过以下方法确定所述待测流体的质量流量：

$$\begin{cases} Q_m = V \cdot S, \\ P_{PT1} = (n_1 + n_2 \cdot V^{n_3}) \cdot \Delta T \end{cases}$$

其中， Q_m 为所述待测流体的质量流量， S 为所述待测流体的横截面积， V 为所述待测流体的流速， P_{PT1} 为所述测速模块的测速功率， ΔT 为所述测速模块与所述测温模块之间的温度差， n_1 、 n_2 、 n_3 为预设校准参数。

6. 一种流体质量流量测量计，其特征在于，所述流体质量流量测量计包含权利要求1至5任一项所述的流体质量流量测量电路。

流体质量流量测量电路及流体质量流量测量计

技术领域

[0001] 本发明涉及流体测量技术领域,尤其涉及一种流体质量流量测量电路及流体质量流量测量计。

背景技术

[0002] 热式气体质量流量计起源于60年代,经过20余年的技术积累,在90年代初期产品化,是测量气体流量的仪表,其利用流动气体与气体内热源或测量管外热源间热量交换的关系进行测量,本质上是基于采用双铂电阻测量的金氏定律。具有可靠性高、稳定性强、压损小、安装方便、量程比高等特点。

[0003] 目前,热式气体质量流量计均是采用微处理器实现质量流量的测量,由于需要微处理器对数据进行接收和计算,使得获取测量结果的响应速度较慢。

发明内容

[0004] 为了对披露的实施例的一些方面有基本的理解,下面给出了简单的概括。所述概括不是泛泛评述,也不是要确定关键/重要组成元素或描绘这些实施例的保护范围,而是作为后面的详细说明确的序言。

[0005] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明提供一种流体质量流量测量电路及流体质量流量测量计,以提高获取测量结果的响应速度。

[0006] 本发明公开了一种流体质量流量测量电路,包括:测速模块,连接工作电源,用于测量管壁内待测流体的流速;测温模块,连接恒流源,用于测量所述待测流体的温度;电压控制模块,分别连接所述测速模块和所述测温模块,用于将所述测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压,根据所述测速模块与所述测温模块的电压差确定两者之间的温度差,并控制所述温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定;质量流量确定模块,连接所述测速模块,用于根据所述测速模块的发热功率和所述测速模块与所述测温模块之间的温度差确定所述待测流体的质量流量。

[0007] 可选地,所述流体质量流量测量电路还包括过流保护模块,所述测速模块通过所述过流保护模块连接至所述工作电源。

[0008] 可选地,所述过流保护模块包括保护MOS管、保护三极管、负载电阻、下拉电阻、保护电阻和滤波单元,所述工作电源分别连接负载电阻的一端与保护三极管的发射极,所述负载电阻的另一端分别连接保护三极管的基极、保护MOS管的源极;所述保护三极管的集电极分别连接下拉电阻的一端与保护MOS管的栅极;所述下拉电阻另一端接地;所述保护MOS管的源极与漏极之间连接保护电阻;所述保护MOS管的漏极并联有滤波单元输出电流;其中,当所述保护MOS处于导通状态时,输出滤波后的电流信号;而当所述保护三极管的发射极与基极之间导通时,所述下拉电阻连接工作电源,增大保护MOS管的栅极电压,使得保护MOS管处于截止状态,促使工作电源通过保护电阻输出的电流进行过流保护。

[0009] 可选地,所述流体质量流量测量电路还包括检流模块,所述检流模块连接所述测

速模块,用于测量所述测速模块的电流。

[0010] 可选地,所述电压控制模块包括温差设定单元、电压运算单元、放大器单元、调整管,所述流体质量流量测量电路还包括:所述温差设定单元用于根据所述预设温度差阈值输出设定电压;所述电压运算单元的输入端分别连接所述测速模块、所述测温模块以及所述检流模块,所述电压运算单元用于根据测速模块的电压、测温模块的电压和检流模块的电压输出运算电压;所述放大器单元的输入端分别连接所述电压运算单元的输出端和所述温差设定单元的输出端,所述放大器单元的输出端连接所述调整管的基极,所述工作电源先后通过所述调整管的集电极和发射极之后连接所述测速模块,所述放大器单元用于根据所述设定电压为基准,与所述测速模块与所述测温模块之间的温度差进行比较后,确定输出的放大系数控制调整管的输出电流,进而反向控制所述运算电压保持在所述设定电压内。

[0011] 可选地,所述电压运算单元包括第一放大子单元、第二放大子单元、第三放大子单元、除法子单元、减法子单元,所述流体质量流量测量电路还包括:所述第一放大子单元的输入端连接所述测速模块,所述第二放大子单元连接所述检流模块,所述第三放大子单元的输入端连接所述测温模块;所述除法子单元的输入端分别连接所述第一放大子单元的输出端和所述第二放大子单元的输出端;所述减法子单元的输入端分别连接所述第三放大子单元的输出端和所述除法子单元的输出端,所述减法子单元的输出端连接所述放大器单元的第二输入端。

[0012] 可选地,所述电压运算单元还包括电压跟随器子单元,所述除法子单元的输出端经过所述电压跟随器子单元连接所述减法子单元的输入端,所述电压跟随器子单元用于隔离所述除法子单元和所述减法子单元之间的信号干扰。

[0013] 可选地,通过以下方法确定所述设定电压:
$$\begin{cases} V_7 = K \times T_s, \\ K = \frac{k_1 \cdot k_3 \cdot A_1}{k_2 \cdot R_1} = k_5 \times I_{PT2} \times A_2 \end{cases}$$
, 其中, V_7

为所述设定电压, K 为运算系数, T_s 为所述预设温度差阈值, k_1 为第一放大子单元的增益, k_2 为第二放大子单元的增益, k_3 为除法子单元的增益, k_5 为第三放大子单元的增益, A_1 为所述测速电阻与所述测速模块温度之间的温度系数, A_2 为所述测温电阻与所述测温模块温度之间的温度系数, R_1 为所述检流模块的电阻, I_{PT2} 为所述恒流源的电流。

[0014] 可选地,通过以下方法确定所述待测流体的质量流量:
$$\begin{cases} Q_m = V \cdot S, \\ P_{PT1} = (n_1 + n_2 \cdot V^{n_3}) \cdot \Delta T \end{cases}$$
,

其中, Q_m 为所述待测流体的质量流量, S 为所述待测流体的横截面积, V 为所述待测流体的流速, P_{PT1} 为所述测速模块的测速功率, ΔT 为所述测速模块与所述测温模块之间的温度差, n_1 、 n_2 、 n_3 为预设校准参数。

[0015] 本发明公开了一种流体质量流量测量计,其特征在于,所述流体质量流量测量计包含上述的流体质量流量测量电路。

[0016] 本发明的有益效果:将用于测量管壁内待测流体的流速的测速模块连接工作电源,并将用于测量待测流体的温度的测温模块连接恒流源,通过电压控制模块分别连接测速模块和测温模块,以将测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压,并根据测

速模块与测温模块的电压差确定两者之间的温度差,进而控制温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定,再通过质量流量确定模块连接测速模块,以根据测速模块的发热功率和测速模块与测温模块之间的温度差确定待测流体的质量流量,相较于采用微处理器获取待测流体的质量流量,通过纯硬件方式对待测流体的质量流量进行测量,提高了获取测量结果的响应速度。

附图说明

- [0017] 图1是本发明实施例中一个金氏定律典型模型的示意图;
- [0018] 图2是本发明实施例中一个流体质量流量测量电路的结构示意图;
- [0019] 图3是本发明实施例中一个过流保护模块的结构示意图;
- [0020] 图4是本发明实施例中另一个流体质量流量测量电路的结构示意图;
- [0021] 图5是本发明实施例中一个信号功率提取单元的结构示意图;
- [0022] 图6是本发明实施例中一个恒流源电路的结构示意图;
- [0023] 图7是本发明实施例中一个预设放大子单元的结构示意图;
- [0024] 图8是本发明实施例中一个除法子单元的结构示意图;
- [0025] 图9是本发明实施例中一个温差设定单元的结构示意图;
- [0026] 图10是本发明实施例中一个放大器单元的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需说明的是,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的子样本可以相互组合。

[0028] 需要说明的是,以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0029] 在下文描述中,探讨了大量细节,以提供对本发明实施例的更透彻的解释,然而,对本领域技术人员来说,可以在没有这些具体细节的情况下实施本发明的实施例是显而易见的,在其他实施例中,以方框图的形式而不是以细节的形式来示出公知的结构和设备,以避免使本发明的实施例难以理解。

[0030] 本公开实施例的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本公开实施例的实施例。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。

[0031] 除非另有说明,术语“多个”表示两个或两个以上。

[0032] 本公开实施例中,字符“/”表示前后对象是一种“或”的关系。例如,A/B表示:A或B。

[0033] 术语“和/或”是一种描述对象的关联关系,表示可以存在三种关系。例如,A和/或

B,表示:A或B,或,A和B这三种关系。

[0034] 结合图1所示,金氏定律典型模型包括测速模块101和测温模块102, $q_{\text{待测}}$ 为待测流体的流向,待测流体的流速通过以下方式确定:

$$[0035] \quad I_{PT1}^2 R_{PT1} = (n_1 + n_2 \cdot V^{n_3}) \cdot (T_{PT1} - T_{PT2}),$$

[0036] 其中, I_{PT1} 为测速模块的驱动电流, R_{PT1} 为测速模块的电阻, n_1 、 n_2 、 n_3 为预设校准参数, V 为待测流体的流速, T_{PT1} 为测速模块的温度, T_{PT2} 为测温模块的温度。

[0037] 可选地, n_1 、 n_2 通过金属探头的尺寸、待测流体的流体性质、环境流动条件等参数中的至少一个确定,其中,金属探头用于测量测速模块或测温模块的温度。

[0038] 可选地,测速模块或测温模块包括电致发热元件,具体可以采用铂电阻。

[0039] 可选地,通过以下方式确定铂电阻的电阻值:

$$[0040] \quad R = \beta + A \cdot T,$$

[0041] 其中, R 为铂电阻的电阻值, β 为铂电阻的基准电阻, A 为铂电阻的温度系数, T 为铂电阻的表面温度。

[0042] 在一些实施例中,测速模块和测温模块皆为PT100铂电阻,其中,PT100铂电阻的温度系数为 $0.39 \Omega / ^\circ\text{C}$ 。

[0043] 结合图2所示,本公开实施例提供了一种流体质量流量测量电路,包括测速模块201、测温模块202、电压控制模块203和质量流量确定模块204。测速模块201连接工作电源A,用于测量管壁内待测流体的流速。测温模块202连接恒流源B,用于测量待测流体的温度。电压控制模块203分别连接测速模块和测温模块,用于将测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压,根据测速模块与测温模块的电压差确定两者之间的温度差,并控制温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定。质量流量确定模块204连接测速模块,用于根据测速模块的发热功率和测速模块与测温模块之间的温度差确定待测流体的质量流量。

[0044] 采用本公开实施例提供的流体质量流量测量电路,将用于测量管壁内待测流体的流速的测速模块连接工作电源,并将用于测量待测流体的温度的测温模块连接恒流源,通过电压控制模块分别连接测速模块和测温模块,以将测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压,并根据测速模块与测温模块的电压差确定两者之间的温度差,进而控制温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定,再通过质量流量确定模块连接测速模块,以根据测速模块的发热功率和测速模块与测温模块之间的温度差确定待测流体的质量流量,相较于采用微处理器获取待测流体的质量流量,通过纯硬件方式对待测流体的质量流量进行测量,提高了获取测量结果的响应速度。

[0045] 可选地,流体质量流量测量电路还包括过流保护模块,测速模块通过过流保护模块连接至工作电源。这样,通过过流保护模块防止通过电流过大,进而防止电路损坏,提高电路的安全性和可靠性。

[0046] 结合图3所示,本公开实施例提供了一种过流保护模块,包括保护MOS管301、保护三极管302、负载电阻303、下拉电阻304、保护电阻305和滤波单元306。工作电源A分别连接负载电阻303的一端与保护三极管302的发射极,负载电阻的另一端分别连接保护三极管的基极、保护MOS管301的源极;保护三极管的集电极分别连接下拉电阻304的一端与保护MOS管的栅极;下拉电阻另一端接地;保护MOS管的源极与漏极之间连接保护电阻305;保护MOS

管的漏极并联有滤波单元306输出电流,其中,当保护MOS处于导通状态时,输出滤波后的电流信号;而当保护三极管的发射极与基极之间导通时,下拉电阻连接工作电源,增大保护MOS管的栅极电压,使得保护MOS管处于截止状态,促使工作电源通过保护电阻输出的电流进行过流保护。

[0047] 结合图3所示,负载电阻303包括第一负载子电阻3031、第二负载子电阻3032和第三负载子电阻3033;滤波单元306包括第一滤波电容3061、第二滤波电容3062和第三滤波电容3063。

[0048] 可选地,流体质量流量测量电路还包括检流模块,检流模块连接测速模块,用于测量测速模块的电流。

[0049] 可选地,检流模块包括检流电阻,其中,检流电阻的电阻值包括 1Ω 至 10Ω 。

[0050] 可选地,电压控制模块包括温差设定单元、电压运算单元、放大器单元、调整管,流体质量流量测量电路还包括:温差设定单元用于根据预设温度差阈值输出设定电压;电压运算单元的输入端分别连接测速模块、测温模块以及检流模块,电压运算单元用于根据测速模块的电压、测温模块的电压和检流模块的电压输出运算电压;放大器单元的输入端分别连接电压运算单元的输出端和温差设定单元的输出端,放大器单元的输出端连接调整管的基极,工作电源先后通过调整管的集电极和发射极之后连接测速模块,放大器单元用于根据设定电压为基准,与测速模块与测温模块之间的温度差进行比较后,确定输出的放大系数控制调整管的输出电流,进而反向控制运算电压保持在设定电压内。

[0051] 可选地,电压运算单元包括第一放大子单元、第二放大子单元、第三放大子单元、除法子单元、减法子单元,流体质量流量测量电路还包括:第一放大子单元的输入端连接测速模块,第二放大子单元连接检流模块,第三放大子单元的输入端连接测温模块;除法子单元的输入端分别连接第一放大子单元的输出端和第二放大子单元的输出端;减法子单元的输入端分别连接第三放大子单元的输出端和除法子单元的输出端,减法子单元的输出端连接放大器单元的第二输入端。

[0052] 可选地,电压运算单元还包括电压跟随器子单元,除法子单元的输出端经过电压跟随器子单元连接减法子单元的输入端,电压跟随器子单元用于隔离除法子单元和减法子单元之间的信号干扰。

[0053] 结合图4所示,本公开实施例提供了一种流体质量流量测量电路,包括测速模块201、测温模块202、电压控制模块203、质量流量确定模块204、过流保护模块205和检流模块206。测速模块201连接工作电源。测温模块202连接恒流源。检流模块206连接测速模块。电压控制模块203包括温差设定单元2031、电压运算单元2032、放大器单元2033、调整管2034。电压运算单元2032包括第一放大子单元20321、第二放大子单元20322、第三放大子单元20323、除法子单元20324、减法子单元20325和电压跟随器子单元20326。第一放大子单元20321的输入端连接测速模块。第二放大子单元20322连接检流模块。第三放大子单元20323的输入端连接测温模块。除法子单元20324的输入端分别连接第一放大子单元的输出端和第二放大子单元的输出端,除法子单元的输出端经过电压跟随器子单元20326连接减法子单元的输入端。减法子单元20325的输入端连接第三放大子单元的输出端,减法子单元的输出端连接放大器单元2033的第二输入端。放大器单元2033的第一输入端连接温差设定单元2031的输出端,放大器单元的输出端连接调整管2034的基极。工作电源先后通过过流

保护模块205、调整管2034的集电极和发射极之后连接测速模块，

[0054] 采用本公开实施例提供的流体质量流量测量电路，将用于测量管壁内待测流体的流速的测速模块连接工作电源，并将用于测量待测流体的温度的测温模块连接恒流源，通过电压控制模块分别连接测速模块和测温模块，以将测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压，并根据测速模块与测温模块的电压差确定两者之间的温度差，进而控制温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定，再通过质量流量确定模块连接测速模块，以根据测速模块的发热功率和测速模块与测温模块之间的温度差确定待测流体的质量流量，相较于采用微处理器获取待测流体的质量流量，通过纯硬件方式对待测流体的质量流量进行测量，提高了获取测量结果的响应速度。

[0055] 可选地，通过以下方法确定设定电压：

$$[0056] \quad \begin{cases} V_7 = K \times T_s, \\ K = \frac{k_1 \cdot k_3 \cdot A_1}{k_2 \cdot R_1} = k_5 \times I_{PT2} \times A_2 \end{cases}$$

[0057] 其中， V_7 为设定电压， K 为运算系数， T_s 为预设温度差阈值， k_1 为第一放大子单元的增益， k_2 为第二放大子单元的增益， k_3 为除法子单元的增益， k_5 为第三放大子单元的增益， A_1 为测速电阻与测速模块温度之间的温度系数， A_2 为测温电阻与测温模块温度之间的温度系数， R_1 为检流模块的电阻， I_{PT2} 为恒流源的电流（使得 K 左右两边的值相等，与单位无关）。

[0058] 结合图4所示，在一些实施例中，测速模块的电阻值为 R_{PT1} ，测速模块的电流值为 I_{PT1} ，测温模块的电阻值为 R_{PT2} ，检流模块的电阻值为 $1\ \Omega$ ，恒流源的电流为 1mA ，第一放大子单元的增益为 0.25 ，第二放大子单元的增益为 5 ，第三放大子单元的增益为 50 ，除法子单元的增益为 1 ，则第一放大子单元的输出端的电压 $V_1 = \frac{I_{PT1} \cdot R_{PT1}}{4}$ ，第二放大子单元的输出端的

电压 $V_2 = 5 \cdot I_{PT1}$ ，第三放大子单元的输出端的电压 $V_3 = 0.05 \cdot R_{PT2}$ ，除法子单元的输出端的电压 $V_4 = 0.05 \cdot R_{PT1}$ （ V_4 等于 V_1 除以 V_2 ），减法子单元的输出端的电压 $V_5 = 0.05 \cdot (R_{PT1} - R_{PT2}) = 0.05 \times A \times (T_{PT1} - T_{PT2})$ ，若 A 为 $0.39\ \Omega/\text{C}$ ，测速模块与测温模块的温度差为 30C ，则温差设定单元的输出端的电压为 0.585V 。

[0059] 可选地，质量流量确定模块包括信号功率提取单元和质量流量电压运算单元，质量流量电压运算单元用于将信号功率提取单元获取到的功率进行计算，以确定质量流量。

[0060] 结合图5所示，本公开实施例提供了一种信号功率提取单元，包括第一功率信号提取芯片U51、第二功率信号提取芯片U52、功率提取单元放大器U53、第一功率提取单元电容C51、第二功率提取单元电容C52、第三功率提取单元电容C53、第四功率提取单元电容C54、第五功率提取单元电容C55、第一功率提取单元电阻R51、第二功率提取单元电阻R52、第三功率提取单元电阻R53、第四功率提取单元电阻R54、第五功率提取单元电阻R55，其中，第一功率信号提取芯片分别连接第一功率提取单元电容C51、第二功率提取单元电容C52、第三功率提取单元电容C53、第一功率提取单元电阻R51，功率提取单元放大器U53的输入端分别连接第一功率提取单元电阻R51、第二功率提取单元电阻R52，功率提取单元放大器U53的反向输入端分别连接第二功率提取单元电阻R52、第三功率提取单元电阻R53，功率提取单元放大器U53的同向输入端分别连接第四功率提取单元电容C54、第四功率提取单元电阻R54，第二功率信号提取芯片U52分别连接第四功率提取单元电阻R54、第五功率提取单元电阻

R55、第五功率提取单元电容C55,其中,第一功率提取单元端口P51分别连接第一放大子单元的输出端和第一功率信号提取芯片,第二功率提取单元端口P52分别连接功率提取单元放大器U53的同向输入端和第二放大子单元的输出端,第三功率提取单元端口连接质量流量电压运算单元。

[0061] 结合图6所示,本公开实施例提供了一种恒流源电路,包括第一恒流源放大器U61、第二恒流源放大器U62、第一恒流源电容C61、第二恒流源电容C62、第一恒流源电阻R61、第二恒流源电阻R62、第三恒流源电阻R63、第四恒流源电阻R64、第五恒流源电阻R65、恒流源MOS管Q61、恒流源二极管D61、恒流源电感L61,其中,第一恒流源放大器U61的同向输入端分别连接10V电压和第一恒流源电容C61,第一恒流源电容C61的反向输入端先后连接第一恒流源电阻R61、第二恒流源电阻R62,第一恒流源电容C61的电源输入端分别连接12V电压和第二恒流源电容C62,第一恒流源电容C61的输出端连接第三恒流源电阻R63,第二恒流源放大器U62的反向输入端分别连接第三恒流源电阻R63和恒流源MOS管Q61的栅极,第二恒流源放大器U62的同向输入端分别连接第一恒流源电阻R61、第二恒流源电阻R62,第二恒流源放大器U62的输出端先后通过第四恒流源电阻R64、恒流源MOS管Q61的源极和漏极、恒流源二极管D61、恒流源电感L61并输出恒定电流,第五恒流源电阻R65连接第四恒流源电阻R64。

[0062] 可选地,第一放大子单元或第二放大子单元中的至少一种为预设放大子单元。

[0063] 结合图7所示,本公开实施例提供了一种预设放大子单元,包括放大芯片U71、第一放大单元电容C71、第二放大单元电容C72、第三放大单元电容C73、第四放大单元电容C74、第五放大单元电容C75、第六放大单元电容C76、第一放大单元电阻R71、第二放大单元电阻R72、第三放大单元电阻R73,其中,第一放大单元端口P71分别连接第一放大单元电阻R71和第一放大单元电容C71,放大芯片U71连接第一放大单元电阻R71、第二放大单元电阻R72、第三放大单元电阻R73、+12V电压、-12V电压、第二放大单元电容C72、第三放大单元电容C73、第四放大单元电容C74、第五放大单元电容C75、第六放大单元电容C76,放大芯片U71通过第二放大单元端口P72和第三放大单元端口P73输出放大后的信号。

[0064] 结合图8所示,本公开实施例提供了一种除法子单元,包括除法器芯片U81、第一除法单元放大器U82、第二除法单元放大器U83、第三除法单元放大器U84、第一除法单元电容C81、第二除法单元电容C82、第三除法单元电容C83、第四除法单元电容C84、第五除法单元电容C85、第一除法单元电阻R81、第二除法单元电阻R82、第三除法单元电阻R83、第四除法单元电阻R84、第五除法单元电阻R85、第六除法单元电阻R86、第七除法单元电阻R87、第八除法单元电阻R88、第九除法单元电阻R89、第十除法单元电阻R810,其中,除法器芯片分别连接工作电源VCC、-12V电源、第一除法单元电容C81、第五除法单元电阻R85,第一除法单元放大器U82的同向输入端连接第一除法单元电阻R81,第一除法单元放大器U82的反向输入端分别连接第二除法单元电阻R82、第三除法单元电阻R83,第一除法单元放大器U82的输出端连接第二除法单元电阻R82,第三除法单元电阻R83连接第四除法单元电阻R84,第一除法单元放大器U82的电源输入端分别连接+12V电源和第二除法单元电容C82,第一除法单元放大器U82的电源输出端分别连接-12V电源和第三除法单元电容C83,第二除法单元放大器U83的同向输入端连接第七除法单元电阻R87,第二除法单元放大器U83的反向输入端分别连接第五除法单元电阻R85、第六除法单元电阻R86,第二除法单元放大器U83的输出端连接第一除法单元电阻R81,第三除法单元放大器U84的输出端分别连接第六除法单元电阻R86、

第八除法单元电阻R88,第三除法单元放大器U83的电源输入端分别连接+12V电源和第四除法单元电容C84,第三除法单元放大器U83的电源输出端分别连接-12V电源和第五除法单元电容C85,第三除法单元放大器U83的同向输入端连接第十除法单元电阻R810,第三除法单元放大器U83的反向输入端分别连接第八除法单元电阻R88、第九除法单元电阻R89。

[0065] 结合图9所示,本公开实施例提供了一种温差设定单元,包括温差设定单元输出端P91、温差设定单元输入端P92、第一温差设定单元放大器U91、第二温差设定单元放大器U92、第一温差设定单元电阻R91、第二温差设定单元电阻R92、第三温差设定单元电阻R93、第四温差设定单元电阻R94、第五温差设定单元电阻R95、第六温差设定单元电阻R96、第七温差设定单元电阻R97、第一温差设定单元电容C91、第二温差设定单元电容C92、第三温差设定单元电容C93、第四温差设定单元电容C94,其中,第一温差设定单元放大器U91的输出端分别连接第二温差设定单元电容C92和第三温差设定单元电阻R93,第三温差设定单元电阻R93分别连接第一温差设定单元电阻R91和第二温差设定单元电阻R92,第一温差设定单元电阻R91连接第一温差设定单元电容C91,第一温差设定单元放大器U91的反向输入端分别连接第二温差设定单元电容C92和第四温差设定单元电阻R94,第二温差设定单元放大器U92的输出端分别连接第一温差设定单元放大器U91的同向输入端和第二温差设定单元放大器U92的反向输入端,第二温差设定单元放大器U92的正向输入端分别连接第五温差设定单元电阻R95和第六温差设定单元电阻R96,第七温差设定单元电阻R97分别连接第六温差设定单元电阻R96和第四温差设定单元电容C94,第四温差设定单元电容C94连接第五温差设定单元电阻R95,第二温差设定单元放大器U92的电源输入端连接+24V电压和第三温差设定单元电容C93,温差设定单元输出端P91分别连接第一温差设定单元电阻R91、第二温差设定单元电阻R92、第三温差设定单元电阻R93,温差设定单元输入端P92连接第四温差设定单元电阻R94。

[0066] 结合图10所示,本公开实施例提供了一种放大器单元,包括放大器单元输入端P101、放大器单元输出端P102、放大器单元三极管Q101、第一放大器单元电阻R101、第二放大器单元电阻R102、第三放大器单元电阻R103、第一放大器单元电容C101,其中,放大器单元三极管Q101的基极连接放大器单元输入端P101,放大器单元三极管Q101的集电极经过第三放大器单元电阻R103连接放大器单元输出端P102,放大器单元三极管Q101的发射极经过第二放大器单元电阻R102连接24V电源,第一放大器单元电阻R101分别连接放大器单元三极管Q101的集电极和发射极,第一放大器单元电容C101连接放大器单元三极管Q101的发射极。

[0067] 可选地,通过以下方法确定待测流体的质量流量:

$$[0068] \quad \begin{cases} Q_m = V \cdot S, \\ P_{PT1} = (n_1 + n_2 \cdot V^{n_3}) \cdot \Delta T \end{cases}$$

[0069] 其中, Q_m 为待测流体的质量流量, S 为待测流体的横截面积, V 为待测流体的流速, P_{PT1} 为测速模块的测速功率, ΔT 为测速模块与测温模块之间的温度差, n_1 、 n_2 、 n_3 为预设校准参数。

[0070] 本公开实施例提供了一种流体质量流量测量计,流体质量流量测量计包含上述的流体质量流量测量电路。

[0071] 采用本公开实施例提供的流体质量流量测量计,将用于测量管壁内待测流体的流速的测速模块连接工作电源,并将用于测量待测流体的温度的测温模块连接恒流源,通过电压控制模块分别连接测速模块和测温模块,以将测温模块的温度与测速模块的流速转换成相应的电压,并根据测速模块与测温模块的电压差确定两者之间的温度差,进而控制温度差保持在预设阈值范围内实现温差恒定,再通过质量流量确定模块连接测速模块,以根据测速模块的发热功率和测速模块与测温模块之间的温度差确定待测流体的质量流量,相较于采用微处理器获取待测流体的质量流量,通过纯硬件方式对待测流体的质量流量进行测量,提高了获取测量结果的响应速度。

[0072] 以上描述和附图充分地示出了本公开的实施例,以使本领域的技术人员能够实践它们。其他实施例可以包括结构的、逻辑的、电气的、过程的以及其他的改变。实施例仅代表可能的变化。除非明确要求,否则单独的部件和功能是可选的,并且操作的顺序可以变化。一些实施例的部分和子样本可以被包括在或替换其他实施例的部分和子样本。而且,本申请中使用的用词仅用于描述实施例并且不用于限制权利要求。如在实施例以及权利要求的描述中使用的,除非上下文清楚地表明,否则单数形式的“一个”(a)、“一个”(an)和“所述”(the)旨在同样包括复数形式。类似地,如在本申请中所使用的术语“和/或”是指包含一个或一个以上相关联的列出的任何以及所有可能的组合。另外,当用于本申请中时,术语“包括”(comprise)及其变型“包括”(comprises)和/或包括(comprising)等指陈述的子样本、整体、步骤、操作、元素,和/或组件的存在,但不排除一个或一个以上其它子样本、整体、步骤、操作、元素、组件和/或这些的分组的存在或添加。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个…”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法或者设备中还存在另外的相同要素。本文中,每个实施例重点说明的可以是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分可以互相参见。对于实施例公开的方法、产品等而言,如果其与实施例公开的方法部分相对应,那么相关之处可以参见方法部分的描述。

[0073] 本文所披露的实施例中,所揭露的方法、产品(包括但不限于装置、设备等),可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,可以仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些子样本可以忽略,或不执行。另外,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例。另外,在本公开实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0074] 附图中的流程图和框图显示了根据本公开实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们

有时也可以按相反的顺序执行,这可以依所涉及的功能而定。在附图中的流程图和框图所对应的描述中,不同的方框所对应的操作或步骤也可以以不同于描述中所披露的顺序发生,有时不同的操作或步骤之间不存在特定的顺序。例如,两个连续的操作或步骤实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这可以依所涉及的功能而定。框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

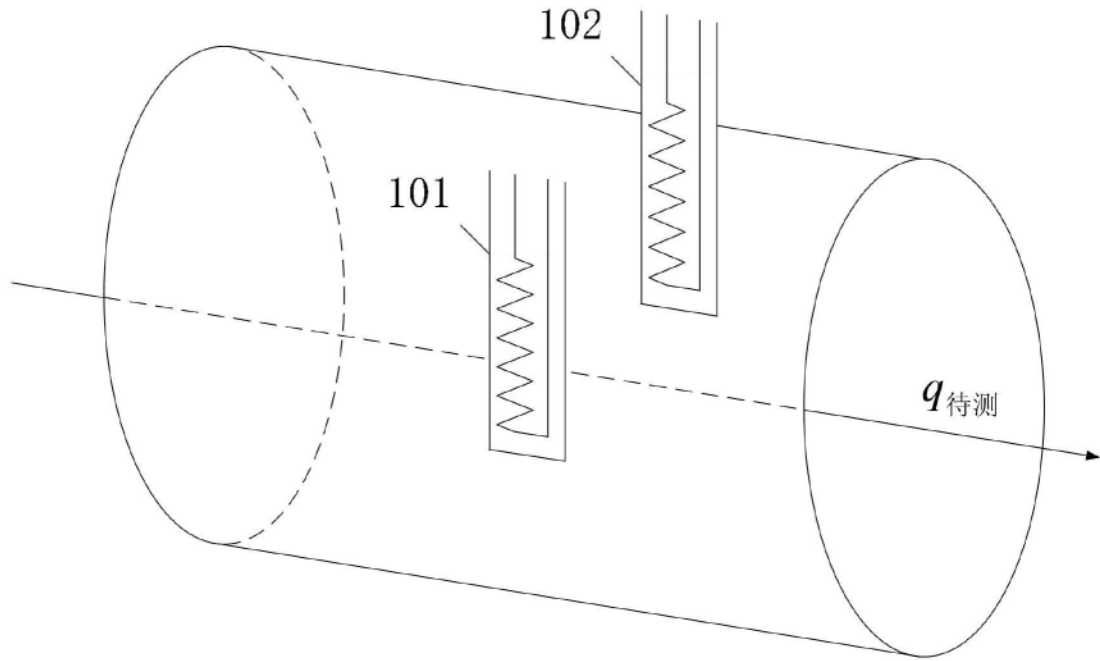


图1

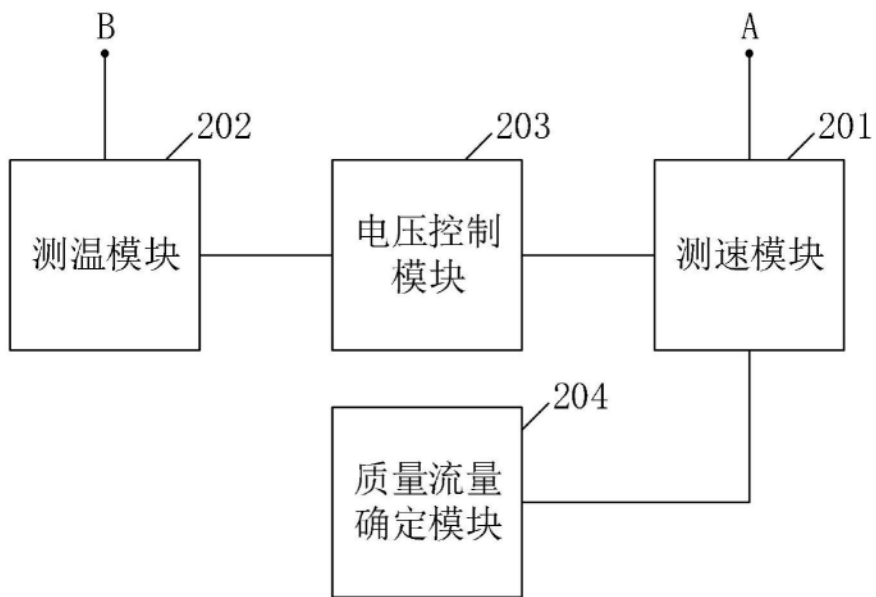


图2

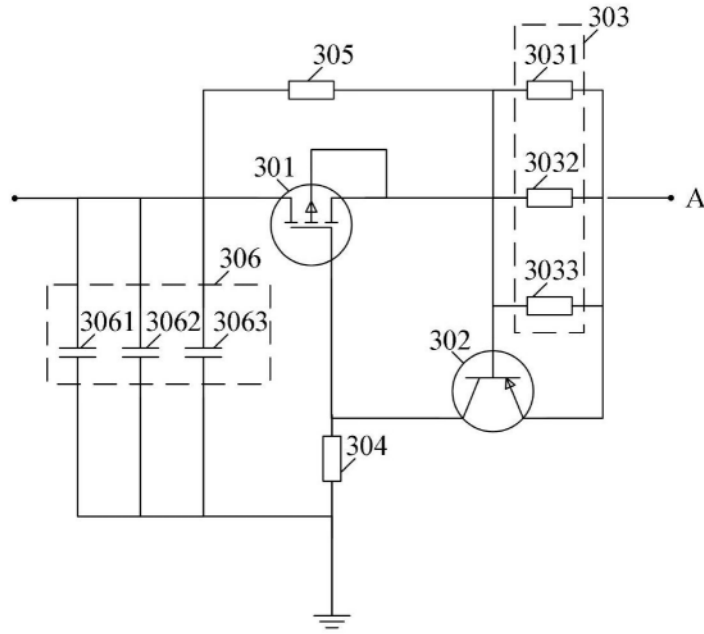


图3

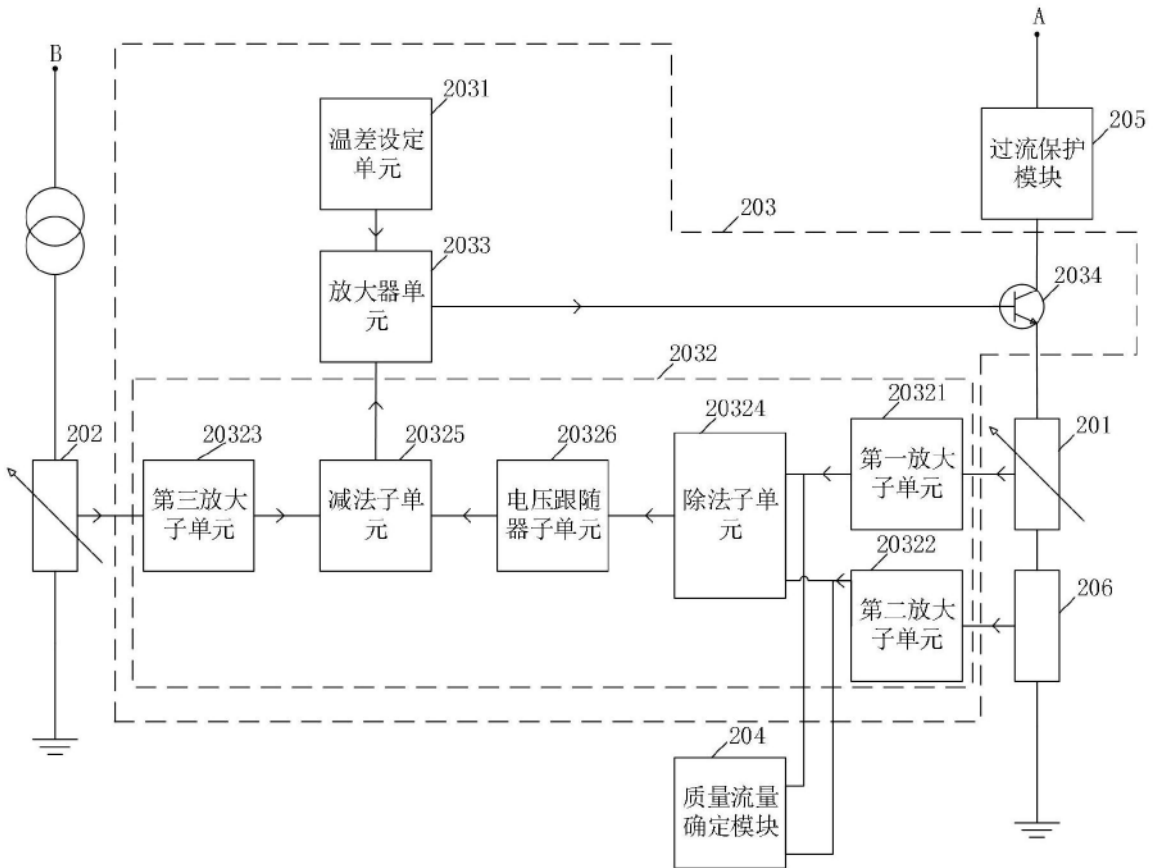


图4

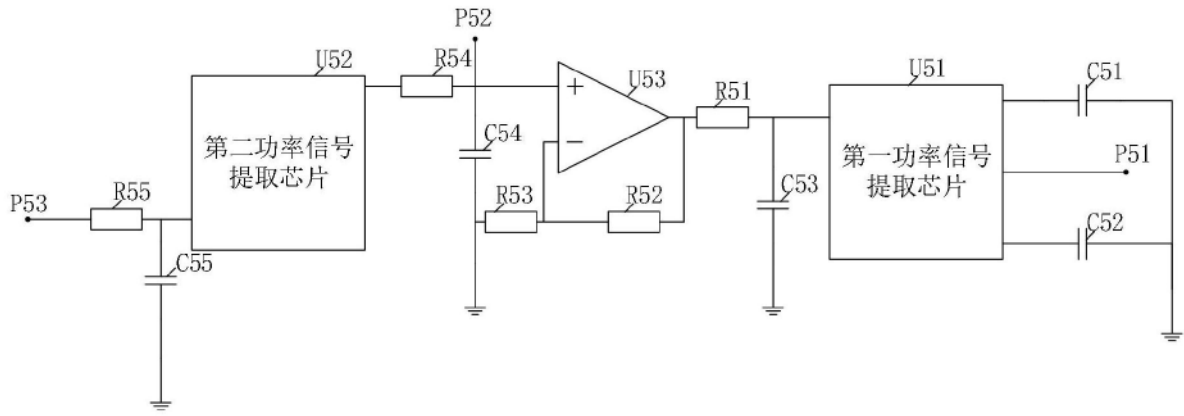


图5

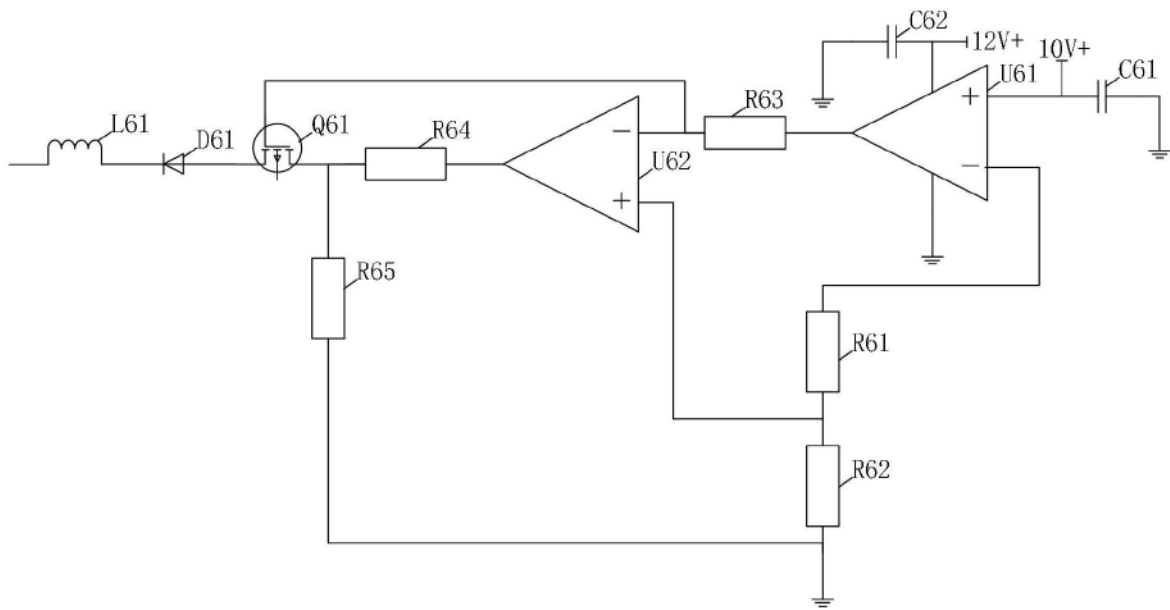


图6

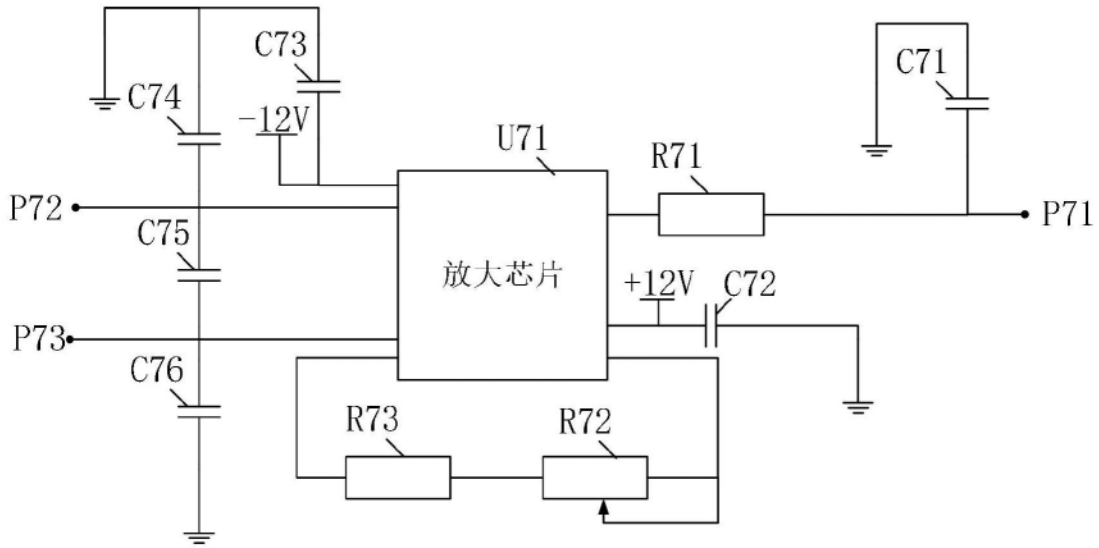


图7

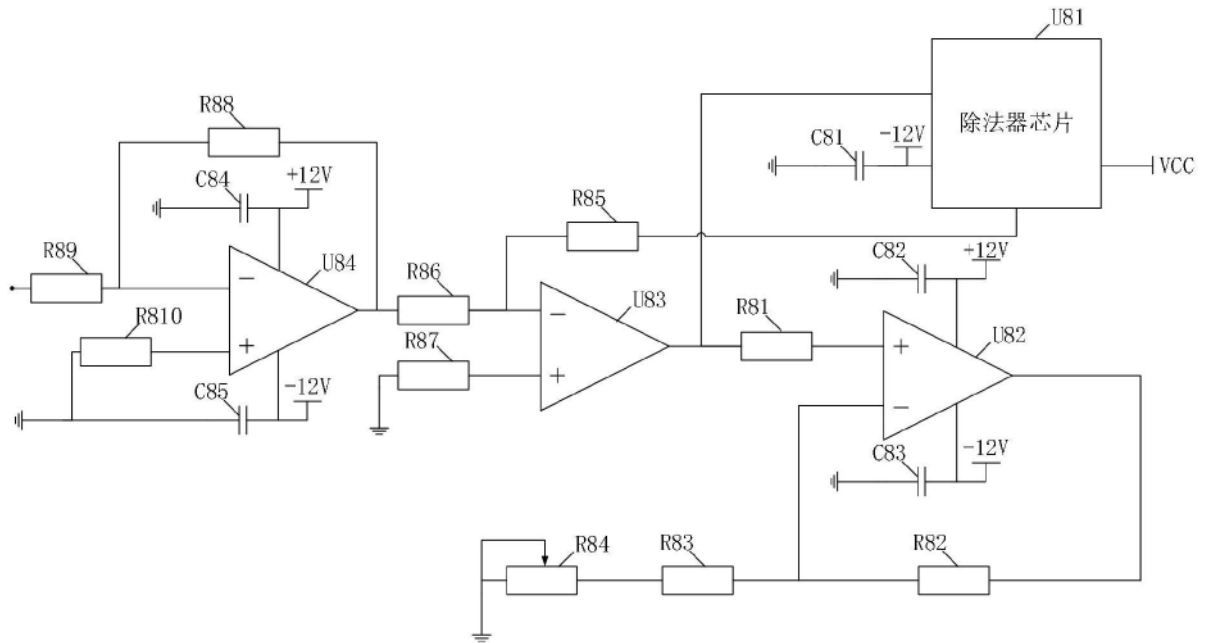


图8

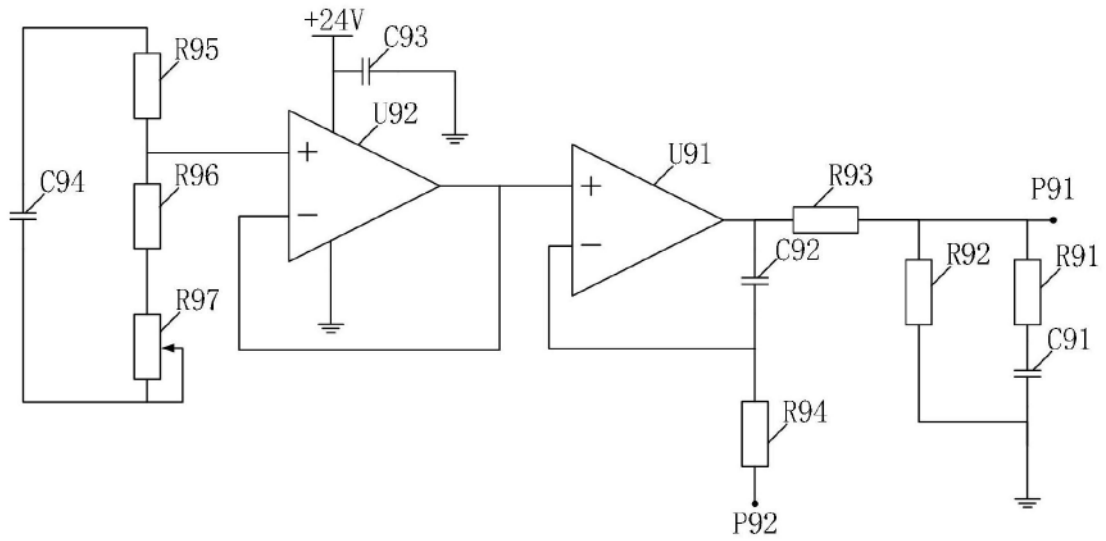


图9

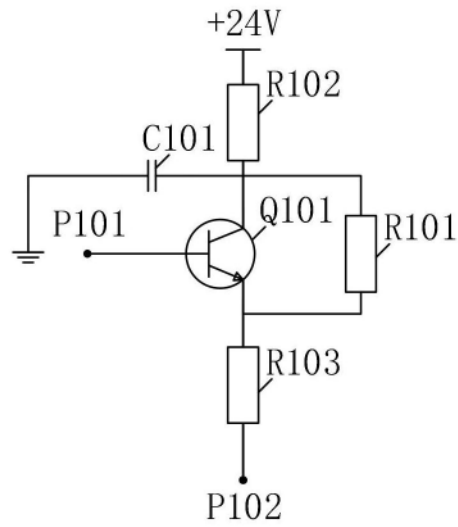


图10