

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202075059 U

(45) 授权公告日 2011. 12. 14

(21) 申请号 201120161323. 0

(22) 申请日 2011. 05. 20

(73) 专利权人 济南大学

地址 250022 山东省济南市济微路 106 号

(72) 发明人 李聪 张瑞芳 申元明 徐书铭

杨洋

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公

司 37205

代理人 苗峻

(51) Int. Cl.

G01K 7/20(2006. 01)

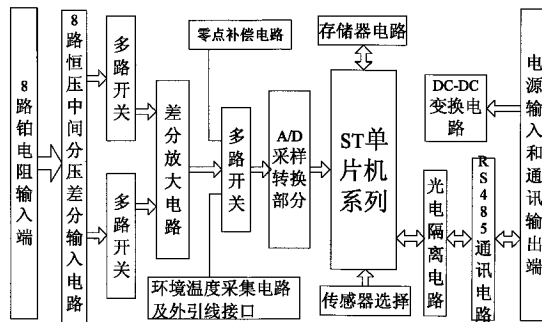
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

新型铂电阻温度测量模块

(57) 摘要

一种新型铂电阻温度测量模块,其特征在于包括:铂电阻输入端连接到恒压中间分压差分输入电路,再经过多路开关和差分放大电路进行差分放大,将差分放大后的信号输入双积分 A/D 转换模块进行模数转换,再将模数转换后的数字信号传输给 STM 单片机,STM 单片机的输出端通过光电隔离模块和 RS485 通信电路连接到通讯输出端;电源通过电压 DC-DC 降压隔离模块给 RS485 通信电路供电,并通过电压 DC-DC 降压隔离模块串联 DC-DC 隔离模块为 STM 单片机供电。具有如下优点:使用 Pt100 和 Pt1000 传感器,利用环境温度检测来补偿导线及环境温度引起的铂电阻连接导线的误差,实现高精度测温,保证其可靠性和稳定性。



1. 一种新型铂电阻温度测量模块,其特征在于包括:铂电阻输入端连接到恒压中间分压差分输入电路,再经过多路开关和差分放大电路进行差分放大,将差分放大后的信号输入双积分 A/D 转换模块进行模数转换,再将模数转换后的数字信号传输给 STM 单片机,STM 单片机的输出端通过光电隔离模块和 RS485 通信电路连接到通讯输出端;电源通过电压 DC-DC 降压隔离模块给 RS485 通信电路供电,并通过电压 DC-DC 降压隔离模块串联 DC-DC 隔离模块为 STM 单片机供电。

2. 根据权利要求 1 所述的新型铂电阻温度测量模块,其特征在于:所述恒压中间分压差分输入电路为:铂电阻 R_t 的两端分别通过第一导线 r_1 和第二导线 r_2 连接到一差动运放的正向输入端和反向输入端,正向输入端还通过分压电阻 R_3 连接电源,反向输入端通过分压电阻 R_4 接地。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的新型铂电阻温度测量模块,其特征在于:所述多路开关和差分放大器是这样设置的:恒压中间分压差分输入电路连接到第一多路开关,第一多路开关的输出端连接差分放大电路,差分放大电路再连接第二多路开关。

4. 根据权利要求 3 所述的新型铂电阻温度测量模块,其特征在于:所述第二多路开关的输入端还连接有零点补偿电路和环境温度采集电路。

5. 根据权利要求 4 所述的新型铂电阻温度测量模块,其特征在于:所述电源为 6V-40V 宽直流电源。

6. 根据权利要求 5 所述的新型铂电阻温度测量模块,其特征在于:所述铂电阻输入端为 8 路铂电阻差分输入端。

新型铂电阻温度测量模块

技术领域：

[0001] 本实用新型涉及一种新型铂电阻温度测量模块。

背景技术：

[0002] 铂电阻温度传感器是利用其电阻和温度成一定函数关系而制成的温度传感器，由于其测量准确度高、测量范围大、复现性和稳定性好等，被广泛用于中温（ $-200^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ ）范围的温度测量中。应用铂电阻测量温度的仪器很多，接线形式多样，通常采用两线制、三线制、四线制连接方法，各有特点。两线制：传感器电阻变化值与连接导线电阻值共同构成传感器的输出值，由于导线电阻带来的附加误差使实际测量值偏高，用于测量精度要求不高的场合，并且导线的长度不宜过长；三线制：要求引出的三根导线截面积和长度均相同，测量铂电阻的电路一般是不平衡电桥，铂电阻作为电桥的一个桥臂电阻，将导线一根接到电桥的电源端，其余两根分别接到铂电阻所在的桥臂及与其相邻的桥臂上，当桥路平衡时，导线电阻的变化对测量结果没有任何影响，这样就消除了导线线路电阻带来的测量误差，但是必须为全等臂电桥，否则不可能完全消除导线电阻的影响。采用三线制会大大减小导线电阻带来的附加误差，工业上一般都采用三线制接法；四线制：当测量电阻数值很小时，测试线的电阻可能引入明显误差，四线测量用两条附加测试线提供恒定电流，另两条测试线测量未知电阻的电压降，在电压表输入阻抗足够高的条件下，电流几乎不流过电压表，这样就可以精确测量未知电阻上的压降，计算得出电阻值。为了实现现场的灵活运用，各种铂电阻测温模块相继推出。

[0003] 铂电阻模块现在应用十分广泛，如在冰箱检测线，建筑材料的保温性能的检测，建筑外门窗保温性能检测以及工业生产过程温度检测等等。它的特点是测温点多，安装方便，降低施工成本，采用低成本普通导线，可以远距离与上位机相连，实现现场总线控制系统。

[0004] 目前市场上多通道（4-8个）、差分输入及高精度的铂电阻测温模块成本都很高。此类测温模块为了达到高精度的要求，在器件的选择上，多采用集成芯片（如AD公司或者其他品牌的器件）的具有恒流源的芯片、桥式电路、高精度运算放大器、高精度的A/D及高速的光电隔离器件。这些高档次器件的成本总和高达几百元。另，为保证精度，一般用三线制和四线制，这类测温模块一方面降低铂电阻的输入路数，另一方面增加连接导线的成本。以50米的距离的铜导线为例（ 1mm^2 ），如果采用三线制和四线制成本分别增加 $100(\text{米}) * 1(\text{每米/元}) * 8(\text{路}) = 800$ 元和 $100(\text{米}) * 1(\text{每米/元}) * 8(\text{路}) * 2(\text{条}) = 1600$ 元左右。

[0005] 现有的温度测量模块基本上采用差分输入，在标准的模块壳体里，如果采用两线制，最多做到8路差分输入；如果采用三线制和四线制，相应的模块输入路数为5路和4路。

发明内容：

[0006] 本实用新型的目的就是提供一种新型的低成本、高精度的铂电阻温度测量模块，目的就是最大限度降低成本，增加模块路数，采用两线制，利用环境温度检测来补偿导线及

环境温度引起的铂电阻连接导线的误差,实现高精度测温,保证其可靠性和稳定性。

[0007] 一种新型铂电阻温度测量模块,包括:铂电阻输入端连接到恒压中间分压差分输入电路,再经过多路开关和差分放大电路进行差分放大,将差分放大后的信号输入双积分 A/D 转换模块进行模数转换,再将模数转换后的数字信号传输给 STM 单片机,STM 单片机的输出端通过光电隔离模块和 RS485 通信电路连接到通讯输出端;电源通过电压 DC-DC 降压隔离模块给 RS485 通信电路供电,并通过电压 DC-DC 降压隔离模块串联 DC-DC 隔离模块为 STM 单片机供电。

[0008] 采用 STM 单片机是因为其抗电磁干扰能力极强,为数字与模拟共地打下基础,另外,具有独立捕获脉冲宽度功能,便于把双积分式 A/D 的转换时间精度算出,提高精度;二、带硬件乘法,可进行大量的运算,且快速极快。

[0009] 所述恒压中间分压差分输入电路为:铂电阻 R_t 的两端分别通过第一导线 r_1 和第二导线 r_2 连接到一差动运放的正向输入端和反向输入端,正向输入端还通过分压电阻 R_3 连接电源,反向输入端通过分压电阻 R_4 接地。 R_t 为铂电阻, r_1 、 r_2 ($r_1 = r_2 = r$) 为导线线路电阻、 R_3 、 R_4 为分压电阻,精度至少 0.1%。有计算公式: $V = (R_t + 2r)V_{ref} / (R_t + 2r + R_3 + R_4)$ 可知:采用两线制测温引起的误差跟连接导线的电阻 r 有关,当材料一定,电阻 r 跟导线长度和导线的温度有关,所以要进行补偿。方法是:在使用模块前用上位机软件进行校准,将连接铂电阻的导线的 1、2 端短接,或者在实验室里找到材料相同,等长度,等截面的导线短接,校准时模块首先将此刻的环境温度 T 测定好,然后测得由导线引起的电压值 V ,上述公

式推导出: $2r = \frac{R_3 + R_4}{V_{ref} - V} V$ 通过计算,很容易求出该温度下的导线电阻值;再利用导线跟温度关系公式: $r = r_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$ (r_{20} 是 20°C 下导线的电阻值,式中 α 为电阻率温度系数,金属材料基本相同) 求出 r_{20} 。显然,以后只要知道此刻的环境温度即可求出此刻导线的电阻。

[0010] 所述多路开关和差分放大器是这样设置的:恒压中间分压差分输入电路连接到第一多路开关,第一多路开关的输出端连接差分放大电路,差分放大电路再连接第二多路开关。

[0011] 所述第二多路开关的输入端还连接有零点补偿电路和环境温度采集电路,进行零点补偿和环境温度采集。

[0012] 所述电源为 6V-40V 宽直流电源,经过电压 DC-DC 降压隔离模块降压为 5V,再经过 DC-DC 隔离模块转换为正负 5V 电压。

[0013] 所述铂电阻输入端为 8 路铂电阻差分输入端。8 路铂电阻差分输入端可以设置在电路板的不同位置,根据电路板的结构而设置。

[0014] 本实用新型具有如下优点:

[0015] 1、实现 Pt100 和 Pt1000 的跳线选择,模块自动识别,这样确保精度。

[0016] 2、恒压中间分压差分输入,增加抗干扰能力。电阻合理搭配,实现很高精度;一个模块上实现 8 路输入,两线制,节省导线。

[0017] 3、实现自动环境温度检测,实时补偿因环境温度变化引起导线电阻变化。导线电阻需要使用前通过上位机应用软件及相应操作取得,可单路或者 8 路同时操作取得。

[0018] 4、环境温度测量点根据情况选取,模块上设有引线。

附图说明：

[0019] 图 1 为本实用新型实施例的电气原理图；

[0020] 图 2 为恒压中间分压差分输入电路的电路图。

具体实施方式

[0021] 下面以非限定性的实施例来进一步解释、说明本技术方案。

[0022] 一种新型铂电阻温度测量模块，如图 1 所示，包括：8 路铂电阻输入端连接到恒压分中间压差分输入电路，再经过多路开关和差分放大电路进行差分放大，将差分放大后的信号输入双积分 A/D 转换模块进行模数转换，再将模数转换后的数字信号传输给 STM 单片机，STM 单片机的输出端通过光电隔离模块和 RS485 通信电路连接到通讯输出端；电源通过电压 DC-DC 降压隔离模块给 RS485 通信电路供电，并通过电压 DC-DC 降压隔离模块串联 DC-DC 隔离模块为 STM 单片机供电。

[0023] 所述多路开关和差分放大器是这样设置的：恒压中间分压差分输入电路连接到第一多路开关，第一多路开关的输出端连接差分放大电路，差分放大电路再连接第二多路开关。第二多路开关的输入端还连接有零点补偿电路和环境温度采集电路。STM 单片机还连接有传感器选择部分和存储器部分。

[0024] 恒压中间分压差分输入电路如图 2 所示，铂电阻 R_t 的两端分别通过第一导线 r_1 和第二导线 r_2 连接到一差动运放的正向输入端和反向输入端，正向输入端还通过分压电阻 R_3 连接电源，反向输入端通过分压电阻 R_4 接地，精度至少 0.1%。 R_t 为铂电阻， r_1 、 r_2 ($r_1 = r_2 = r$) 为导线线路电阻、 R_3 、 R_4 为分压电阻，一般为 10K 左右，3、4 为模块端子接线端，5、6 是差动运放的输入端，7 是输出端。有计算公式： $V = (R_t + 2r)V_{ref} / (R_t + 2r + R_3 + R_4)$ 可知：采用两线制测温引起的误差跟连接导线的电阻 r 有关，当材料一定，电阻 r 跟导线长度和导线的温度有关，所以要进行补偿。

[0025] 方法是：在使用模块前用上位机软件进行校准，将连接铂电阻的导线的 1、2 端短接，或者在实验室里找到材料相同，等长度，等截面的导线短接，校准时模块首先将此刻的环境温度 T 测定好，然后测得由导线引起的电压值 V ，利用上述公式变换为：

$$2r = \frac{R_3 + R_4}{V_{ref} - V} V$$

很容易求出该温度下的导线电阻值；再利用公式： $r = r_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$ (r_{20}

是 20℃ 下导线的电阻值，式中 α 为电阻率温度系数，金属材料基本相同) 求出 r_{20} 。显然，以后只要知道此刻的环境温度即可求出此刻导线的电阻。

[0026] 环境温度原则上是铂电阻连接导线所处环境的环境温度，如果校准时环境温度和测量点不在一个温度区，可通过连线将温度传感器引到该实际环境温度区。理论上分析：利用该电路测得的电阻和环境温度值即使有误差也对测量精度影响很小，可以忽略不计；而造成误差的因素是通过传感器测得的环境温度是否能反映实际环境温度。如果模块感温和环境温度处在一个温度区，则该模块测得温度几乎不会因为导线长短，温度大小而引起误差，此类情况如冰箱检测线，都处在同一个车间。但也难免遇到复杂的现场，且连接导线走向复杂，可能检测的环境温度与导线实际温度不相符，这种情况要合理选择环境温度测温点，选取有代表意义的温度点，尽量减少差异。差异越小造成的温度误差越小，差异不大造成误差

几乎可以忽略。我们不妨举例说明：按模块测得的环境温度与实际导线所处位置的平均温度产生的误差 5°C 来计算，以长度为 100 米，横截面积为 1mm^2 的铜导线为例（ 20°C 下情况），其电阻为

$$[0027] \quad r = \rho_{20} l / s = 0.01724 \times 100 = 1.72 \Omega$$

[0028] 100 米导线电阻，当温度变化了 5°C 时，电阻变化

$$[0029] \quad \Delta r = r_t - r_{20} = \alpha (25 - 20) R_{20} = 0.004 \times 5 \times 1.72 = 0.034 \Omega$$

[0030] 上式 α 为电阻率温度系数，除过渡族金属外，绝大多数纯金属的电阻率温度系数都约为 $0.004 / \text{摄氏度}$ 。

[0031] 整个线路电阻的变化为 $2 \Delta r$ 即为 0.0068Ω ，如果采用 Pt100 测温而引起的温度变化为 0.17°C ；如果采用 Pt1000 测温引起的误差 0.02°C 。实际使用过程中，这样复杂情况很难遇到，一般没这么长的距离，也不会造成温差这么大；即使这样也能满足要求。由以上所述：该模块采用基准做恒压，采用中间分压，差分输入这种方法能有效的消除同步的干扰信号，做到精确测量。再加上初始化校准，测温时自动补偿，可以使温度测量跟导线长短、环境温度变化无关，其测量精度完全满足工业上的三线制的标准（三线制接线有两个误差存在：一是不平衡时候导线造成误差，二是环境温度变化一起误差），达到四线制的要求。

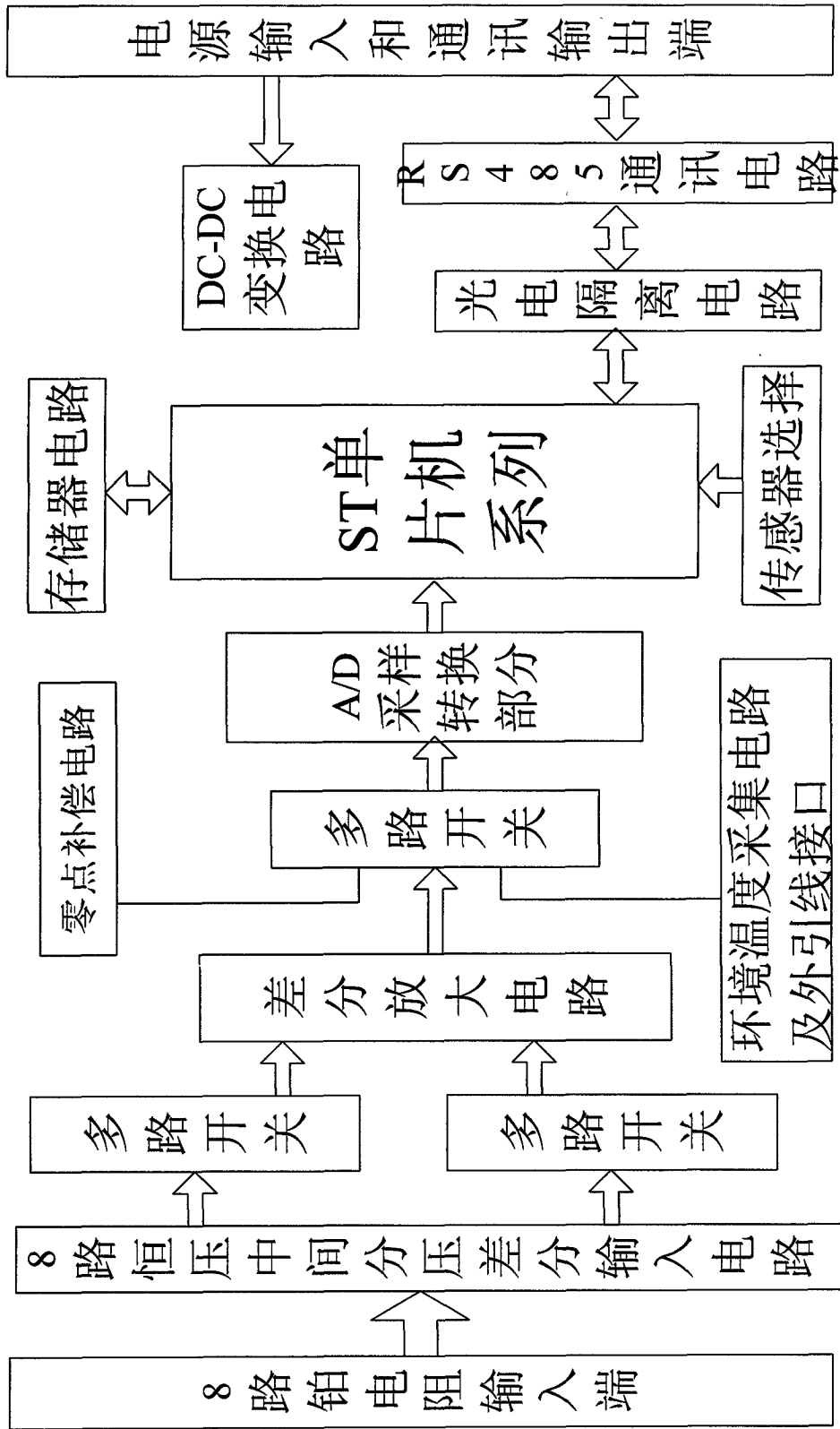


图 1

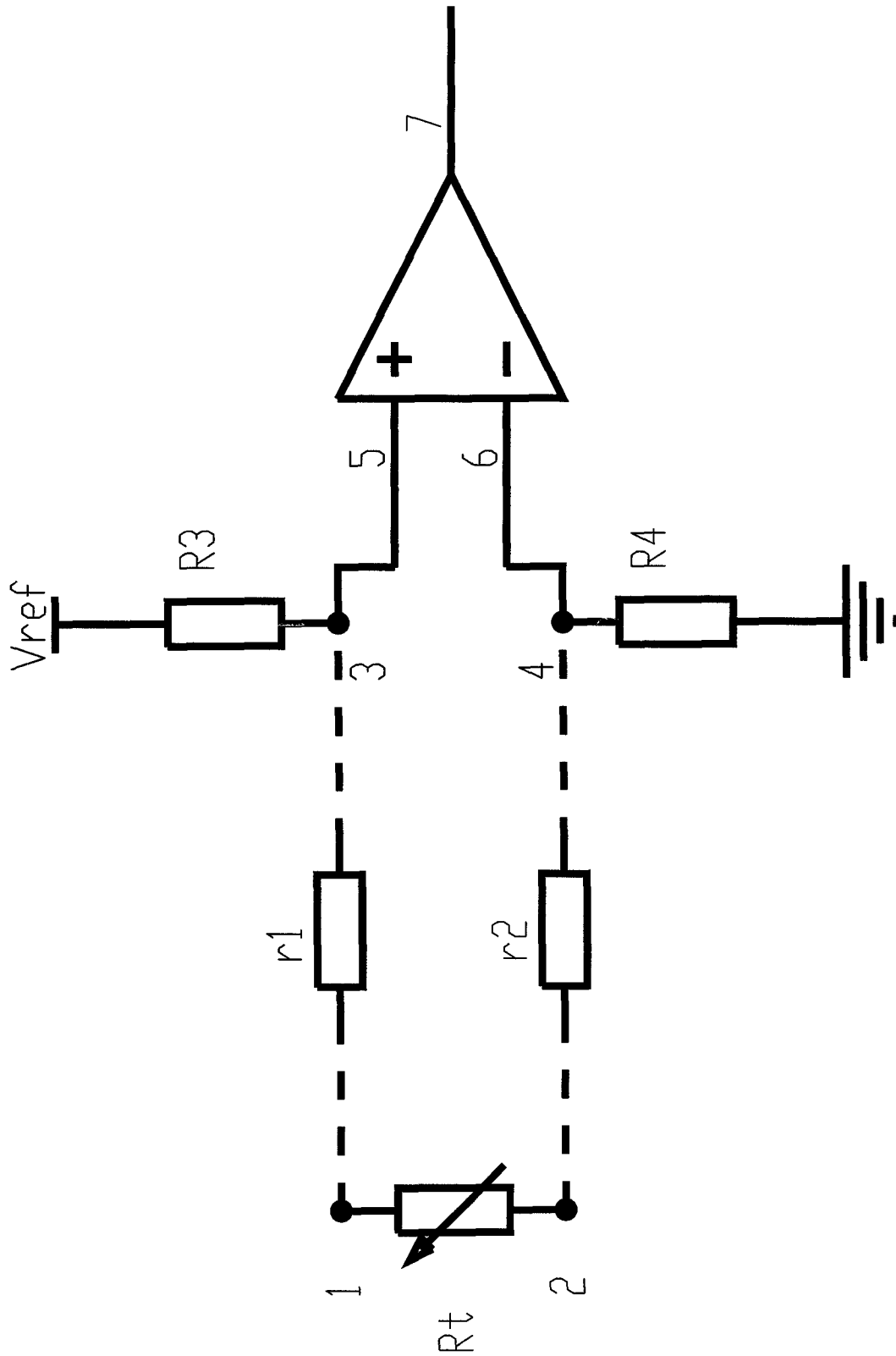


图 2