



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103994827 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201410159035. X

(22) 申请日 2014. 04. 18

(71) 申请人 天长市博控光电科技有限公司

地址 239300 安徽省滁州市天长市经济开发区经三路东天滁路北

(72) 发明人 郑立兵

(74) 专利代理机构 合肥市长远专利代理事务所

(普通合伙) 34119

代理人 刘勇 杨静

(51) Int. Cl.

G01J 5/10(2006. 01)

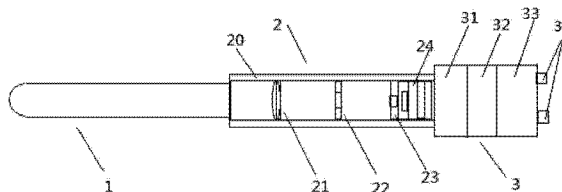
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种数字光电温度传感器

(57) 摘要

本发明公开了一种数字光电温度传感器,包括:感温管(1)、光电转换模块(2)和数字处理模块(3);感温管(1)的盲端为可置入待测温场中感温并产生热辐射光束的感温头,光电转换模块(2)包括光管(20)以及设在光管(20)中的聚焦镜(21)、光束板(22)、限束板(23)和光电转换元件(24),数字处理模块(3)包括模块盒体和设在模块盒体内的多段补偿调整子模块(31)、标准信号转换子模块(32)和网络协议转换子模块(33);光管(20)由第一连接管(20A)、第二连接管(20B)和第三连接管(20C)组成。本发明中,采用分段误差自动补偿技术大大提高了测量精度;采用标准信号处理和网络协议转换,实现了数字化和网络化传输。



1. 一种数字光电温度传感器,其特征在于,包括:感温管(1)、光电转换模块(2)和数字处理模块(3);感温管(1)的盲端为可置入待测温场中感温并产生热辐射光束的感温头,光电转换模块(2)包括光管(20)以及设在光管(20)中的聚焦镜(21)、光束板(22)、限束板(23)和光电转换元件(24),数字处理模块(3)包括模块盒体和设在模块盒体内的多段补偿调整子模块(31)、标准信号转换子模块(32)和网络协议转换子模块(33);光管(20)由第一连接管(20A)、第二连接管(20B)和第三连接管(20C)组成,感温管(1)的开口端插入第一连接管(20A)的第一端中并在感温管(1)外周与第一连接管(20A)内周之间设有内锁紧圈(121)进行锁紧固定,第二连接管(20B)的第一端通过螺纹方式旋紧在第一连接管(20A)的第二端,在第二连接管(20B)靠近其第一端的内周设有挡环(211),聚焦镜(21)抵靠在挡环(211)靠近第一连接管(20A)一侧并通过压圈(212)进行压紧固定,聚焦镜(21)的凸面朝向第一连接管(20A),第二连接管(20B)第二端通过螺纹方式旋紧在第三连接管(20C)第一端,光束板(22)和限束板(23)设在第三连接管(20C)靠近其第一端和第二端的内周,光电转换元件(24)从第三连接管(20C)第二端置于第三连接管(20C)中,模块盒体通过螺纹方式旋紧在第三连接管(20C)第二端并压紧光电转换元件(24);在光束板(22)中心设有光束孔,在限束板(23)中心设有限束孔,热辐射光束经聚焦镜(21)、光束板(22)、限束板(23)之后照射到光电转换元件(24)的受光面产生电压信号并输出;电压信号输入至多段补偿调整子模块(31)中经信号放大和分段式误差补偿调整之后输出线性的电压信号,线性的电压信号输入至标准信号转换子模块(32)转换成数字信号,数字信号经网络协议转换子模块(33)转换成网络协议信号。

2. 如权利要求1所述的数字光电温度传感器,其特征在于,多段补偿调整子模块(31)将输入的电压信号分为多个分段电压区间,每个分段电压区间中误差补偿调整的关系式为:

$$t_1 = \sum_{i=0}^{n_1} a_i e^i \quad U_1 \leq e \leq U_2$$

$$t_2 = \sum_{i=0}^{n_2} b_i e^i \quad U_2 \leq e \leq U_3$$

.....

$$t_m = \sum_{i=0}^{n_m} c_i e^i \quad U_g \leq e \leq U_k$$

其中:t表示温度,e表示电势;U₁、U₂、U₃、U_g、U_k表示电势值,并且U₁<U₂<U₃...U_g<U_k; a_i、b_i、c_i表示计算常数。

3. 如权利要求1或2所述的数字光电温度传感器,其特征在于,第二连接管(20B)外周通过螺纹方式设有外锁紧圈(202),外锁紧圈(202)在第二连接管(20B)上旋动并与第一连接管(20A)或第三连接管(20C)抵靠对第二连接管(20B)进行防松动固定。

4. 如权利要求 3 所述的数字光电温度传感器,其特征在于,第二连接管(20B)向外延伸出凸起(201),外锁紧圈(202)位于凸起(201)靠近第二连接管(20B)第二端的一侧。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的数字光电温度传感器,其特征在于,感温管(1)为刚玉管、金属陶瓷管或耐高温合金管。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的数字光电温度传感器,其特征在于,光电转换元件(24)为感光板。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的数字光电温度传感器,其特征在于,数字处理模块(3)中还设有与标准接口设备通信的标准输入输出接口(34),标准输入输出接口(34)位于模块盒体上。

一种数字光电温度传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及温度传感器技术领域,尤其涉及一种数字光电温度传感器。

背景技术

[0002] 工业中的许多生产中都离不开高温设备,且这些高温设备通常长期连续运行,导致其工作温度超出负荷,而工业生产特别是冶炼、电力生产、金属材料高温热处理等行业对温度工艺参数的要求很严格,这就要求配备性能优良、工作稳定性高、抗干扰能力强的温度检测传感设备。

[0003] 目前,许多生产过程中采用铂铑热电偶或其他高温热电偶测温,由于铂铑热电偶或其他高温热电偶在高温、高压和有害介质条件下工作时,偶丝容易受到各种介质在高温下的渗透而逐步变质,造成测量误差逐步增大(误差可以达到几十度或更高),使得生产工艺偏离技术要求,影响产品质量甚至造成产品报废,同时偶丝很快会变脆、表面氧化、变质等因素造成损坏。实际应用中偶丝故障率高、更换频繁、影响生产的正常进行,又因为铂铑为贵金属、价格高、造成很大的成本消耗。

[0004] 随着光通信技术的发展,许多光电温度传感产品都处于研发阶段、从技术方面来说、都有不同的观点和实现方法,测量误差均在 0.5%-1.0% 以上、测量精度不高、生产厂家只能配套自己的专用显示仪表才可以进行检验或校准,没有统一的制造标准、产品兼容性差,不利于广泛推广应用,使其发挥效益。此外,现有的传感器受制于测温范围或精度,不能满足不同待测温场的需要,使用者必须针对测温需要配备许多的温度传感设备,挑选麻烦而且成本高昂。

发明内容

[0005] 基于背景技术存在的技术问题,本发明提出了一种数字光电温度传感器,采用分段误差自动补偿技术大大提高了测量精度,采用标准信号处理和网络协议转换,实现了数字化和网络化传输;光管采用多段可拆卸的连接管组成,不仅易于拆装维修,还可以根据不同温场的需要,快速对内部的光电转换元件进行配置,以满足不同应用场合的测温要求。

[0006] 本发明提供的一种数字光电温度传感器,包括:感温管、光电转换模块和数字处理模块;感温管的盲端为可置入待测温场中感温并产生热辐射光束的感温头,光电转换模块包括光管以及设在光管中的聚焦镜、光束板、限束板和光电转换元件,数字处理模块包括模块盒体和设在模块盒体内的多段补偿调整子模块、标准信号转换子模块和网络协议转换子模块;光管由第一连接管、第二连接管和第三连接管组成,感温管的开口端插入第一连接管的第一端中并在感温管外周与第一连接管内周之间设有内锁紧圈进行锁紧固定,第二连接管的第一端通过螺纹方式旋紧在第一连接管的第二端,在第二连接管靠近其第一端的内周设有挡环,聚焦镜抵靠在挡环靠近第一连接管一侧并通过压圈进行压紧固定,聚焦镜的凸面朝向第一连接管,第二连接管第二端通过螺纹方式旋紧在第三连接管第一端,光束板和限束板设在第三连接管靠近其第一端和第二端的内周,光电转换元件从第三连接管第二

端置于第三连接管中,模块盒体通过螺纹方式旋紧在第三连接管第二端并压紧光电转换元件;在光束板中心设有光束孔,在限束板中心设有限束孔,热辐射光束经聚焦镜、光束板、限束板之后照射到光电转换元件的受光面产生电压信号并输出;电压信号输入至多段补偿调整子模块中经信号放大和分段式误差补偿调整之后输出线性的电压信号,线性的电压信号输入至标准信号转换子模块转换成数字信号,数字信号经网络协议转换子模块转换成网络协议信号。

[0007] 优选地,多段补偿调整子模块将输入的电压信号分为多个分段电压区间,每个分段电压区间中误差补偿调整的关系式为:

$$[0008] \quad t = \sum_{i=0}^{n1} a_i e^i \quad U1 \leq e \leq U2$$

$$[0009] \quad t = \sum_{i=0}^{n2} b_i e^i \quad U2 \leq e \leq U3$$

[0010]

$$[0011] \quad t = \sum_{i=0}^{n3} c_i e^i \quad U_g \leq e \leq U_k$$

[0012] 其中:t表示温度,e表示电势;U1、U2、U3、U_g、U_k表示电势值,并且U1<U2<U3...U_g<U_k;a_i、b_i、c_i表示计算常数;n1、n2、n3表示分段数。

[0013] 优选地,第二连接管外周通过螺纹方式设有外锁紧圈,外锁紧圈在第二连接管上旋动并与第一连接管或第三连接管抵靠对第二连接管进行防松动固定。

[0014] 优选地,第二连接管靠近第一端的位置向外延伸出凸起,外锁紧圈位于凸起靠近第二连接管第二端的一侧。

[0015] 优选地,感温管为刚玉管、金属陶瓷管或耐高温合金管。

[0016] 优选地,光电转换元件为感光板。

[0017] 优选地,数字处理模块中还设有与标准接口设备通信的标准输入输出接口,标准输入输出接口位于模块盒体上。

[0018] 本发明中,光管由第一连接管、第二连接管、第三连接管以可拆卸的方式组合而成,聚焦镜、光束板、限束板和感光板分别设在第一连接管、第二连接管、第三连接管中,当光管中的光电转换元件出现故障时可方便地拆卸并更换;并且也可根据不同温场对传感器的不同要求,可以方便地装置并对内部的光电转换元件进行配置。感温管插入第一连接管配合内锁紧圈实现紧密配合。第二连接管上的外锁紧圈通过螺纹旋转抵靠在第一连接管或第三连接管上,外锁紧圈与第一连接管或第三连接管之间通过摩擦力止退,防止第二连接管松脱;感温管的盲端插入温场中,产生热辐射光束,热辐射光束依次通过光管中的聚焦镜、光束板上的光束孔、限束板上的限束孔,照射到光电转换元件的受光面,产生电压信号输出,其中聚焦镜配合压圈和挡环进行固定,避免光束聚焦路线发生偏转,而光束板的增

加,利用光束孔与聚焦镜间形成的视角,只采集感温管盲端很小一块内表面的辐射光,盲端插入深浅不会造成测温误差。光电转换元件产生的电压信号进入多段调整补偿子模块进行信号放大和分段式误差补偿后输出线性电压信号,大大提高测量精度,线性电压信号经过标准信号转换子模块转换成数字信号,实现了数字化传输,有利于采集到的现场数据远距离传输,数字信号经网络协议转换子模块转换成网络协议信号,为实现互联网有效连接奠定了基础。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明提出的一种数字光电温度传感器的整体结构图;

[0020] 图 2 为图 1 中光管的结构图;

[0021] 图 3 为分段线性处理的硬件原理图;

[0022] 图 4 为分段线性处理曲线图;

[0023] 图 5 为分段线性处理程序流程图。

具体实施方式

[0024] 如图 1、图 2 所示,本发明提出的一种数字光电温度传感器,包括:感温管 1、光电转换模块 2 和数字处理模块 3;其中:

[0025] 感温管 1 的盲端为可置入待测温场中感温并产生热辐射光束的感温头,光电转换模块 2 包括光管 20 以及设在光管 20 中的聚焦镜 21、光束板 22、限束板 23 和感光板 24,数字处理模块 3 包括模块盒体和设在模块盒体内的多段补偿调整子模块 31、标准信号转换子模块 32 和网络协议转换子模块 33,标准信号转换子模块 32 和网络协议转换子模块 33 采用标准信号处理和网络协议转换,实现了数字化和网络化传输,同时,模块盒体上还设有标准输入输出接口 34,方便传感器与其他标准接口设备通信。

[0026] 如图 1、图 2 所示,光管 20 由第一连接管 20A、第二连接管 20B 和第三连接管 20C 以可拆卸的方式组合而成,聚焦镜 21、光束板 22、限束板 23 和感光板 24 分别设在第一连接管 20A、第二连接管 20B 和第三连接管 20C 中;当光管中的光电转换元件出现故障时可方便地拆卸并更换;并且也可根据不同温场对传感器的不同要求,可以方便地装置并对内部的光电转换元件进行配置。

[0027] 感温管 1 的开口端插入第一连接管 20A 的第一端中,并在感温管 1 外周与第一连接管 20A 内周之间设有内锁紧圈 121 进行锁紧固定,同时,为了保证感温管 1 与第一连接管 20A 接合紧密且不易松脱,感温管 1 可选用刚玉管、金属陶瓷管或耐高温合金管等,可在实际应用中更换。第二连接管 20B 的第一端通过螺纹方式旋紧在第一连接管 20A 的第二端,在第二连接管 20B 靠近其第一端的内周设有挡环 211,聚焦镜 21 抵靠在挡环 211 靠近第一连接管 20A 一侧并通过压圈 212 进行压紧固定,防止聚焦镜 21 晃动而导致光束聚焦路径改变产生误差,聚焦镜 21 的凸面朝向第一连接管 20A。第二连接管 20B 第二端通过螺纹方式旋紧在第三连接管 20C 第一端,第二连接管 20B 外周设有外锁紧圈 202 以及位于外锁紧圈 202 靠近第一连接管 20A 一侧的凸起 201,外锁紧圈 202 以螺纹旋转的方式向第三连接管 20C 的方向旋动锁紧,以第二连接管 20B 为参考物,外锁紧圈 202 的旋转方向与第三连接管 20C 相反。当外锁紧圈 202 与第三连接管 20C 都处于锁紧状态时,两者的接触面产生

摩擦力,防止第二连接管 20B 与第三连接管 20C 的连接松脱;当外锁紧圈 202 处于松动状态时,凸起 201 阻止其从第二连接管 20B 的第一端脱落。光束板 22 和限束板 23 设在第三连接管 20C 靠近其第一端和第二端的内周,感光板 24 从第三连接管 20C 第二端置于第三连接管 20C 中,在光束板 22 中心设有光束孔,在限束板 23 中心设有限束孔,光束孔与聚焦镜 21 形成一定的视角,只采集感温管 1 盲端很小一块内表面的辐射光,因此,传感器盲端插入深浅不会造成测温误差。

[0028] 如图 1 所示,本实施例中,数字处理模块 3 的模块盒体通过螺纹方式旋紧在第三连接管 20C 第二端并压紧感光板 24,确保感光板 24 安装平整稳定。

[0029] 本实施例中,感温管 1 产生的热辐射光束经聚焦镜 21、光束板 22、限束板 23 之后照射到感光板 24 的受光面产生电压信号并输出,感温管 1、聚焦镜 21、光束板 22、限束板 23 和感光板 24 位于同一条中心线上,确保辐射光束准确照射到感光板 4 的受光面。电压信号输入至多段补偿调整子模块 31 中经信号放大和分段式误差补偿调整之后输出线性的电压信号,线性的电压信号输入至标准信号转换子模块 32 转换成数字信号,数字信号经网络协议转换子模块 33 嵌入的 RS485 网络总线芯片和 Modbus RTU 协议转换成网络协议信号,实现了数字化和网络化;而设置于模块盒体上的标准输入输出接口利于传感器与其他标准接口设备通信,为本发明的推广应用提供了可能。

[0030] 在测温过程中,将感温管 1 做为感温头的盲端插入被测温介质或温场中,感温头被加热至与被测温度相同温度,盲端内表面产生的热辐射与温场中温度符合热辐射定律,又由于感温管内径远小于管长,可以认为是黑体辐射,辐射力与温度的关系遵循斯忒藩-波尔兹曼定律。

$$[0031] \quad E_b = \int_0^{\infty} E_{\lambda} d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{C_1 \lambda^{-5}}{e^{C_2/(\lambda T)} - 1} d\lambda = \sigma T^4$$

$$[0032] \quad E_b = \sigma T^4$$

$$[0033] \quad E_b = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

$$[0034] \quad \sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{W}(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$$

$$[0035] \quad C_0 = 5.67 \text{W}(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$$

[0036] 辐射光经聚焦镜 21、束光板 22 和限光板 23 照射到感光板 24 的受光面,产生电信号。本实施例中,感光板 24 中的光电转换元件选用硅光电元件,其输出微弱的电流信号很容易受环境温度影响,因此设计了具有温度补偿的电阻网络元件,保证在 $-25 \sim +95^{\circ}\text{C}$ 范围内输出信号电压稳定,极大地减小了附加误差、提高了传感器的稳定性。

[0037] 多段补偿调整子模块 31 中,将输入输出由非线性关系转化为线性关系,实现非线性矫正的硬件原理图。

[0038] 在图 3 中,A1 接成 1:1 的反相器,其输出分别加在带有偏置电压的 4 个理想二极管 VD1-8 电路上。当输入电压在 $\pm V_{r1}$ 以内时,4 个理想二极管 VD1-8 电路均输出 0V,倒相后的输入信号经 W5 加在 A6 构成的加法器输入端,此时因另外 4 个加法器输入端均为 0V,故 W5 将决定 $\pm V_{r1}$ 输入电压段的输出特性斜率为 $\pm S1$,且 $S1=R0/Rw5$;当输入电压高于 V_{r1}

时,由 V_{r1} 偏置而断路的理想二极管 VD1-8 电路 A3 导通,输出特性斜率为 $S2=R0(1/Rw5)-1/Rw1$ 。其他各理想二极管 VD1-8 在相应电压段的工作情况与此类似。只要适当调整 $W1 \sim W5$ 各加权因子,就可在 $\pm V_{r1}$ 、 $\pm V_{r2}$ 所分段的各电压段上得到所需的折线斜率。此方法校正效果较好、准确度高,校正范围宽,稳定性好。对非线性严重,且校正准确要求高的场合,采用此方法时,必须增加分割区间,线段数越多,输出电压的精度越高。

[0039] 图 3 中的输入输出经过线性化处理后的特性曲线如图 4 中的曲线 V2 所示,曲线 V1 为线性化处理前特性曲线。

[0040] 光电传感器输出电势 e 与温度 t 之间具有如下的多项式形式:

$$[0041] \quad t = \sum_{i=0}^n a_i e^i$$

[0042] 显然,阶数越高,拟合误差越小。实际计算表明,如果采用分段的方法,拟合公式的阶数不会太高。例如,电势 e 在取值区间 $2200.53 \sim 29693.11\mu\text{V}$ 上分为 3 段。

[0043] (1) $2200.53\mu\text{V} \leq e \leq 4334.16\mu\text{V}$

$$[0044] \quad t_1 = \sum_{i=0}^4 a_i e^i \quad (2a)$$

[0045] (2) $4334.16\mu\text{V} \leq e \leq 15536.00\mu\text{V}$

$$[0046] \quad t_2 = \sum_{i=0}^6 b_i e^i \quad (2b)$$

[0047] (3) $15536.00\mu\text{V} \leq e \leq 29693.11\mu\text{V}$

$$[0048] \quad t_3 = \sum_{i=0}^8 c_i e^i \quad (2c)$$

[0049] 多段补偿调整子模块 31 中,输入输出的分段式线性处理关系式的选择通过软件来执行,程序初始化后,接收通讯指令并对其进行内部补偿,然后根据输出电势,确定分段区间,选择对应的线性关系式计算温度值,并将温度值转换成数据输出,图 5 所示为程序工作流程图。

[0050] 经过硬件分段线性化和软件分段线性化结合处理后,数字光电温度传感器的的测量信号输出线性得到有效改善,大大提高了测量准确度,尤其是经过软件校准后可达到 $\pm 0.3\% \sim 0.4\%$ 误差要求。本发明提供的数字光电温度传感器响应速度快,多段补偿调整子模块 31 中采用了分段线性误差补偿的方法,大大提高了测量精度,输出信号经过标准信号转换子模块 32 和网络协议转换子模块 33 实现数字化和网络化,不仅有利于采集到的现场数据远距离传输,还为实现互联网连接奠定了基础,同时设置于模块盒体上的标准输出接口 34 为本发明的推广应用提供了可能。

[0051] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

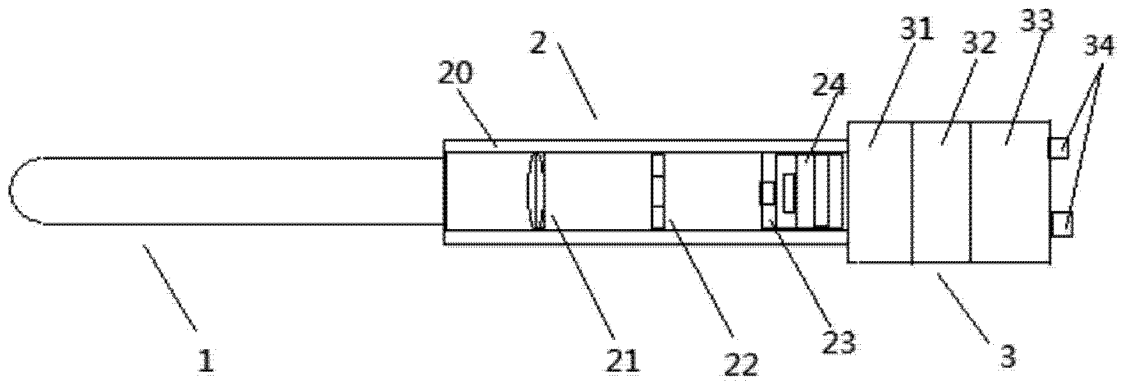


图 1

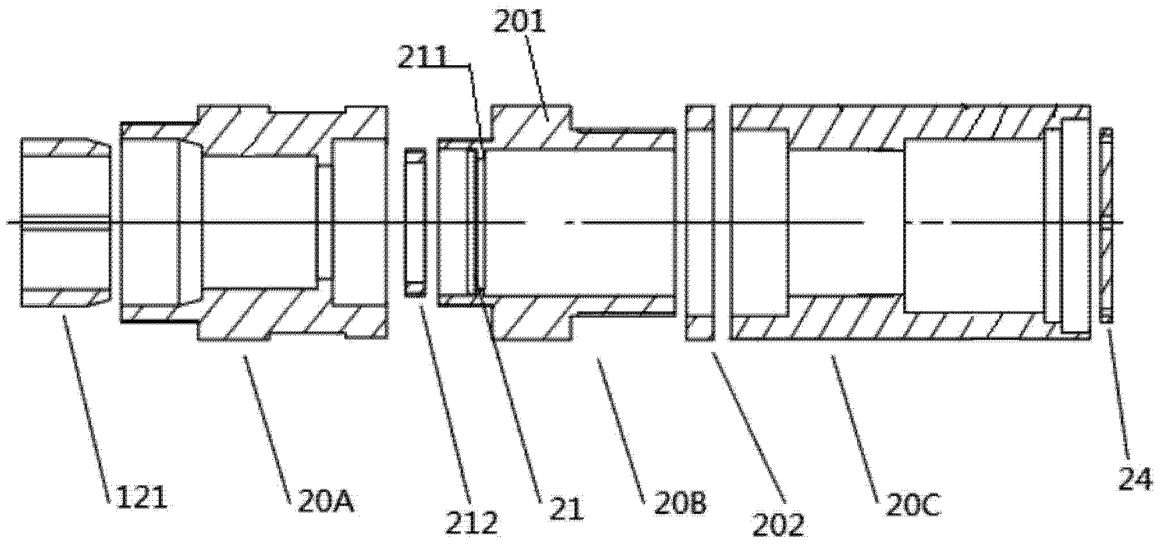


图 2

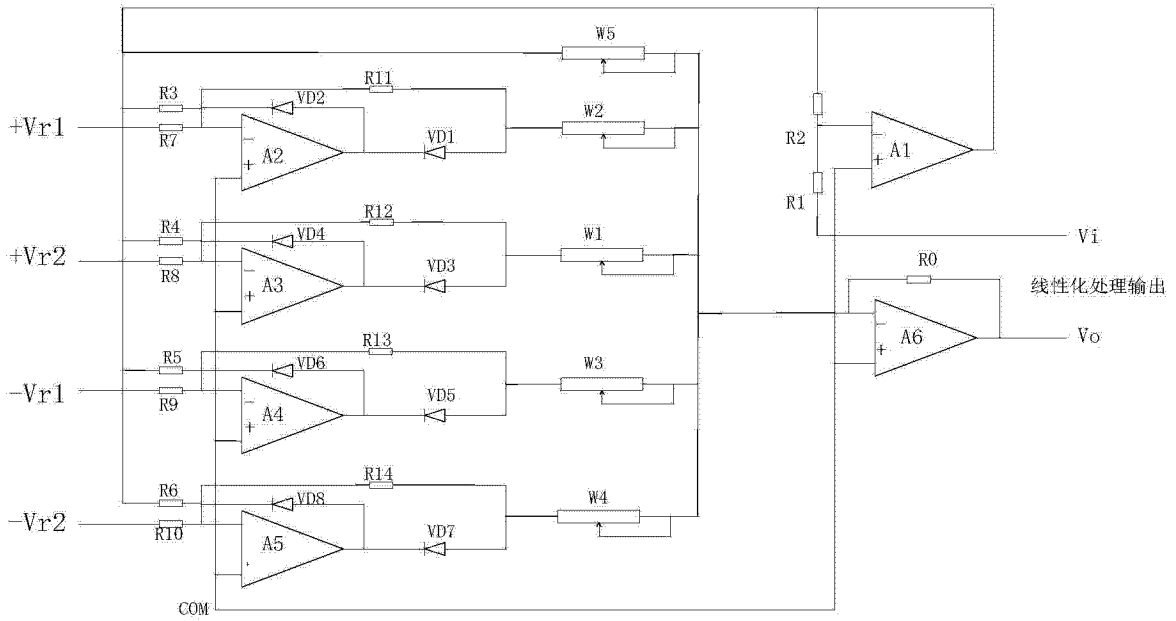


图 3

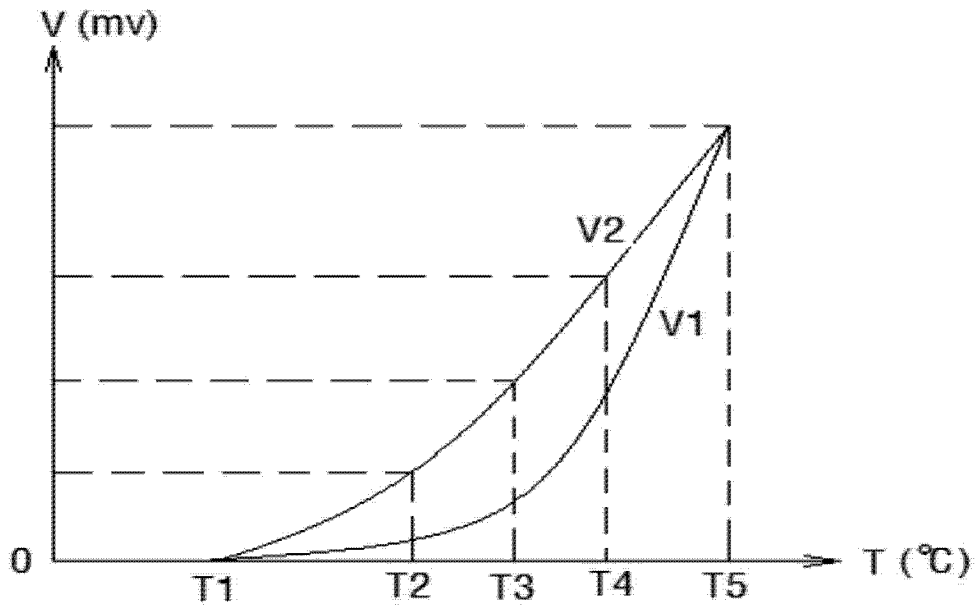


图 4

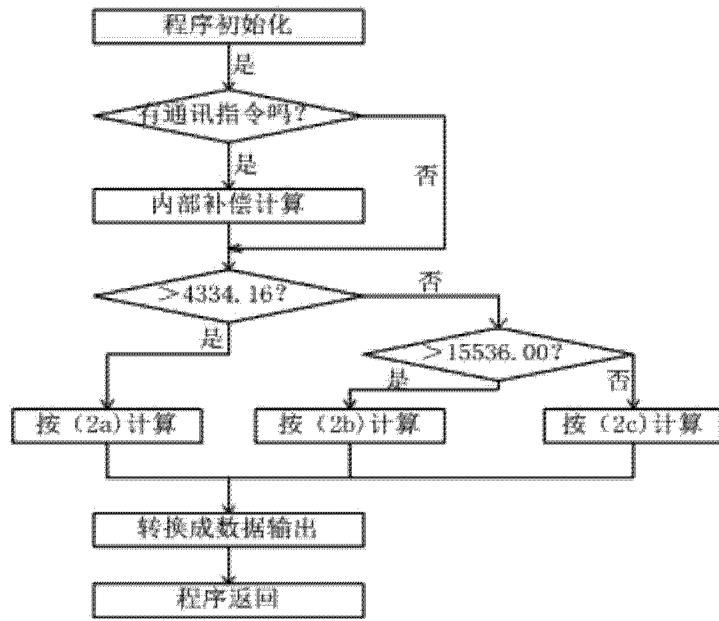


图 5