



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209803221 U

(45)授权公告日 2019.12.17

(21)申请号 201920089150.2

(22)申请日 2019.01.18

(73)专利权人 杭州明特科技有限公司

地址 311121 浙江省杭州市余杭区仓前街
道余杭塘路2620号3号楼

(72)发明人 王政 张方勇 潜亮 柯建丽
汪星慧

(74)专利代理机构 上海光华专利事务所(普通
合伙) 31219

代理人 王华英

(51)Int.Cl.

G01R 19/00(2006.01)

G01R 35/04(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

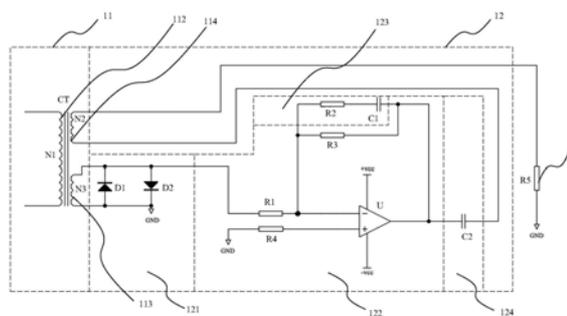
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)实用新型名称

一种电流采样电路结构及装置

(57)摘要

本实用新型提供一种电流采样电路结构和装置,所述电流采样电路结构包括电流互感器和二次侧有源电路,其中二次侧有源电路包括保护模块、信号放大模块、调整检测模块和滤波模块,可用于宽变化范围输入电流的电能表采样电路中。本实用新型解决了目前电能表标定电流范围较小,极大地扩展了电能表适用范围,并且有效得提高了电能表采样电路的测量精度。



1. 一种电流采样电路结构,包括:电流互感器和二次侧有源电路,其中,电流互感器包括一次侧绕组和二次侧绕组;所述电流采样电路结构,其特征在于:

所述二次侧有源电路包括信号放大模块,用于将所述电流互感器二次侧绕组通过电磁感应获得的电流信号进行放大处理,放大后的电流信号通过所述二次侧有源电路反馈至所述电流互感器的二次侧绕组中,以实现所述电流互感器的一次磁势与二次侧磁势的动态平衡。

2. 根据权利要求1所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述电流互感器包括套装在输入电线上的铁芯和绕置在铁芯上的双绕组二次取电线圈,所述双绕组二次取电线圈包括通过所述二次侧有源电路相连的两个分绕组,分别为二次检测绕组和二次测量绕组。

3. 根据权利要求2所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述二次侧有源电路还包括保护模块、调整检测模块、和滤波模块,与所述信号放大模块相连。

4. 根据权利要求3所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述信号放大模块、滤波模块与所述二次检测绕组及所述二次测量绕组串联连接。

5. 根据权利要求3所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述保护模块并联在所述二次检测绕组两端,对所述二次检测绕组的输出信号进行限幅。

6. 根据权利要求3所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述信号放大模块包括反比例运算放大电路,其同相输入端接地,反相输入端输入所述二次检测绕组输出的电流信号,输出端连接所述滤波模块。

7. 根据权利要求6所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述反比例运算放大电路中的运算放大器与外部电源连接。

8. 根据权利要求6所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述调整检测模块与所述反比例运算放大电路中的运算放大器并联,用于调节所述信号放大模块中的电流相位。

9. 根据权利要求3所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述滤波模块一端连接所述信号放大模块,另一端连接所述电流互感器的二次测量绕组;用于滤除电流信号中的直流偏置信号,通过交流信号。

10. 根据权利要求1所述的电流采样电路结构,其特征在于:所述二次侧有源电路通过负载电阻后接地,所述负载电阻用以将所述二次侧有源电路中的电流信号传输到外部的电路中。

11. 一种电流采样装置,其特征在于:所述装置包括如权利要求1-10中任一项所述的电流采样电路结构。

一种电流采样电路结构及装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于电源电路技术领域,涉及一种采样电路结构,特别是涉及一种电流采样电路结构及装置。

背景技术

[0002] 近年来,全球对智能电能表的需求越来越大,我国出口欧洲、东南亚等地区的电能表数量也逐年提升。目前,国内常用的三相电能表标定电流中小电流规格的有1(10)A,大电流规格的有20(200)A,而不同标定规格的电能表的电流测量精度不同,即大标定电流的电能表的测量精度无法满足小标定电流电能表的要求。因此,大标定电流电能表无法适用于小电流电路中,因而目前国内电能表适用的电流范围均较小,导致单个电能表适用的电路环境有限,将难以满足国内用户越来越多的需求。

[0003] 对于国外用户,尤其欧洲地区的用户,对电能表适用电流范围的要求一般高于国内现有的要求,因此,目前国内常用的电能表难以满足国外用户尤其是欧洲国家的用户对电能表适用电流范围的要求,且国外对电能表测量精度的要求一般也高于国内目前的IEC或者ANSI标准要求。

实用新型内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本实用新型的目的在于提供一种电流采样电路结构及装置,用于解决国内现有的电能表电流采样范围窄,无法在宽电流范围内工作的问题,实现了同一电能表既能在大电流信号下工作,在小电流信号下对采样电流的测量精度满足IEC或者ANSI标准中的对电能表电流计量准确度的要求。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的,本实用新型提供一种电流采样电路结构,适用于宽电流变化范围的电路中,所述电流采样电路结构包括:电流互感器和二次侧有源电路,其中,电流互感器包括一次侧绕组和二次侧绕组;所述二次侧有源电路包括信号放大模块,用于将所述电流互感器二次侧绕组通过电磁感应获得的电流信号进行放大处理,放大后的电流信号通过所述二次侧有源电路反馈至所述电流互感器的二次侧绕组中,以实现所述电流互感器的一次磁势与二次侧磁势的动态平衡。

[0006] 于本实用新型的一实施例中,所述电流互感器包括套装在输入电线上的铁芯和绕置在铁芯上的双绕组二次取电线圈,所述双绕组二次取电线圈包括通过所述二次侧有源电路相连的两个分绕组,分别为二次检测绕组和二次测量绕组。

[0007] 于本实用新型的一实施例中,所述二次侧有源电路还包括保护模块、调整检测模块、和滤波模块,与所述信号放大模块相连。

[0008] 于本实用新型的一实施例中,所述信号放大模块、滤波模块与所述二次检测绕组及所述二次测量绕组串联连接。

[0009] 于本实用新型的一实施例中,所述保护模块并联在所述二次检测绕组两端,用于对所述二次检测绕组输出的电流信号进行限幅。

[0010] 于本实用新型的一实施例中,所述信号放大模块包括反比例运算放大电路,其同相输入端接地,反相输入端输入所述二次检测绕组输出的电流信号,输出端连接所述滤波模块。

[0011] 于本实用新型的一实施例中,所述反比例运算放大电路中的运算放大器与外部电源连接。

[0012] 于本实用新型的一实施例中,所述调整检测模块与所述反比例运算放大电路中的运算放大器并联,用于调节所述信号放大模块中的电流相位。

[0013] 于本实用新型的一实施例中,所述滤波模一端连接所述信号放大模块,另一端连接所述电流互感器的二次测量绕组;用于滤除电流信号中的直流偏置信号,通过交流信号。

[0014] 于本实用新型的一实施例中,所述二次侧有源电路通过负载电阻后接地,所述负载电阻用以将所述二次侧有源电路中的电流信号传输到外部的电路中。

[0015] 本实用新型还提供一种电流采样装置,所述装置包括电流采样电路结构中任一项所述的电路结构。

[0016] 如上所述,本实用新型的一种电流采样电路结构及装置,具有以下有益效果:

[0017] 本实用新型通过在二次侧有源电路中设置信号放大模块,实现了对电流互感器二次侧绕组采样信号的放大处理,达到了电磁互感器一次侧和二次侧磁势的动态平衡,从而有效得扩大了电能表电流采样电路可适用的电流测量范围,解决了现有的电能表电流采样电路适用电流范围小的问题;并且本实用新型有效地降低了电流互感器的内部误差,提高了电能表电流采样电路的测量精度,对采样电流的测量精度满足甚至高于IEC或者ANSI标准中的对电能表电流计量准确度的要求,满足不同国家、不同客户的差异化产品需求。

附图说明

[0018] 图1显示为本实用新型的一种电流采样电路结构于一实施例中的原理结构示意图。

[0019] 图2显示为本实用新型的一种电流采样电路结构于一实施例中的电路图1。

[0020] 图3显示为本实用新型的一种电流采样电路结构于一实施例中的电路图2。

[0021] 元件标号说明

[0022] 1 一种电流采样电路结构

[0023] 11 电流互感器

[0024] 12 二次侧有源电路

[0025] 13 负载电阻R5

[0026] 112 一次侧绕组

[0027] 113 二次检测绕组

[0028] 114 二次测量绕组

[0029] 121 保护模块

[0030] 122 信号放大模块

[0031] 123 调节检测模块

[0032] 124 滤波模块

具体实施方式

[0033] 以下通过特定的具体实例说明本实用新型的实施方式,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实用新型的其他优点与功效。本实用新型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,在没有背离本实用新型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特征可以相互组合。

[0034] 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实用新型的基本构想,遂图式中仅显示与本实用新型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。

[0035] 实施例一

[0036] 请参阅图1,本实用新型提供一种电流采样电路结构,包括电磁互感器11及二次侧有源电路12。

[0037] 请参阅图2,图2为本实用新型提供一种电流采样电路的具体结构。所述电流互感器11的种类不限,可以是普通电流互感器,包括铁芯、一次侧绕组和绕置在铁芯上的两个二次侧绕组。电流互感器的一次绕组112与外部的被测电路连接,外部的被测电路在一次侧绕组112中输入一次侧电流信号;两个二次侧绕组分别为二次检测绕组113和二次测量绕组114,通过二次侧有源电路12实现电路连通。所述检测绕组113通过电磁感应对一次侧绕组112中的输入电流进行小电流采样,通过二次侧有源电路12对采样后的小电流信号放大处理形成有源电流输入所述测量绕组114中,产生的磁通对铁芯实现去磁,达到电流互感器一次侧和二次侧两侧的磁势平衡。

[0038] 如图3所示,所述二次侧有源电路12与所述电流互感器11的检测绕组113、测量绕组114串联连接,包括保护模块121、信号放大模块122、调整检测模块123、滤波模块124;所述二次侧有源电路与电流互感器11的检测绕组113串联连接后,依次通过保护模块121、信号放大模块122、调整检测模块123以及滤波模块124与电流互感器11的测量绕组114串联连接;然后通过负载电阻13与外部的电路连接,外部电路可以为ADC电路或者其他的电路,此处不展开说明。

[0039] 所述二次侧有源电路中保护模块121可以是两个以上反向并联的二极管,并联在所述电流互感器检测绕组113两端,对检测绕组113输出的二次侧感应电流信号起到限幅的作用,即限定信号大小,避免所述电流互感器一次侧输入浪涌电流导致过大的信号窜入后续的二次侧有源电路中。所述保护模块也可以是对上述电路起同样保护作用的结构,此处只介绍这一种结构方式,对其他的方式不再展开介绍。

[0040] 所述信号放大模块为一反比例运算放大电路,其中运算放大器的反相输入端通过输入电阻R1后接入所述检测绕组线圈输出的感应电流信号,同相输入端连接平衡电阻R4后接地,输出端连接滤波模块电路。所述运算放大器的反相输入端与输出端之间接入反馈电阻R3,为运算放大器的反馈回路,反馈电阻R3与输入电阻R1用于调节所述反比例运算放大电路中电流信号的幅度放大倍数。所述运算放大器由外部电源供电,可以是双电源供电。

[0041] 所述调整检测电路为电容C1和负载电阻R2串联的电路,并联在所述反比例运算放大电路中运算放大器反馈回路的两端,所述输入电阻R1与负载电阻R2及电容C1共同作用,

用于调整所述反比例运算放大电路中电流信号的相位。电容C1形成一个高通滤波器,对高频信号起到直通的作用,以滤除电流信号中干扰信号,以及防止自激,使得输入的电流信号更加稳定。

[0042] 所述滤波模块为滤波隔直电容,其输入端与所述反比例运算放大电路的输出端串连,输出端连接所述电流测互感器11的测量绕组114后连接负载电阻R5。所述滤波模块也可以是其他的能实现相同滤波功能的电路结构,此处只介绍这一种结构方式,对其他的方式不再展开介绍。

[0043] 所述负载电阻R5用以将有所述测量绕组114中输出的有源电流信号转变电压信号,并传输到外部的电流采样电路(例如模数转化电路)中进行测量。

[0044] 所述一种电流采样电路结构的工作原理如下:

[0045] 所述二次侧有源电路12对所述电流互感器11在检测绕组113处进行二次侧电流采样后进行信号放大及滤波处理后传输到电路互感器11的测量绕组114中。根据磁路的基尔霍夫定律:穿出或者进入任一闭合面的总磁通量恒等于0,通过调节信号放大模块中的信号放大倍数和信号相位,实现了测量绕组114中的电流信号所产生的磁通对电磁互感器的铁芯去磁,使所述电流互感器11的一次侧磁势和二次侧磁势达到动态平衡状态,从而降低了所述电磁互感器的比差和角差,提高了电流采样电路的电流测量精度,有效得扩展了所述电流采样电路结构的适用范围。

[0046] 所述一种电流采样电路结构的工作过程如下:

[0047] 如图3所示,在电流互感器11的一次侧输入电流信号后,通过电磁感应在所述检测绕组113产生感应电流信号 I_{test} ,通过所述保护模块后传输到所述信号放大模块,信号放大模块对接收的感应电流信号 I_{test} 进行放大处理后,通过所述滤波模块对电流信号进行滤波处理后传输到所述电流互感器11的测量绕组114处,实现电流互感器一次侧与二次侧磁势动态平衡,降低电流互感器的内部误差。最后通过负载电阻R5将所述测量绕组114输出的电流信号转变为电压信号,输送到外部的电流采样电路中或者其他的外部电路中。

[0048] 在本实施例中,在所述电流互感器的一次侧输入宽变化范围的原始交变电流源信号,电流变化宽幅可以为1Ma~200A,也可以更大。所述电流互感器检测绕组113的线圈匝数相比一次绕组的线圈匝数较多,因此通过电磁感应在检测绕组113线圈中产生很小的电流信号,即对一次侧输入电流进行小电流采样。根据磁路的基尔霍夫定律:

$$[0049] \quad I_1 \times N_1 + I_2 \times N_2 + I_{test} \times N_{test} - I_g \times N_1 = 0$$

[0050] 其中 I_1 为电流互感器一次侧输入电流; N_1 为电流互感器的一次侧绕组圈数; I_2 为电流互感器二次侧测量绕组电流; N_2 为电流互感器的二次侧测量绕组圈数; N_{test} 为电流互感器的二次侧检测绕组圈数; I_{test} 为电流互感器二次侧检测绕组电流; I_g 表示电流互感器的励磁电流。

[0051] 当所述电流互感器 I_1 在一次侧绕组中输入电流信号 I_1 的瞬间,所述测量绕组中的电流 I_2 还尚未产生,且此时由于电磁互感器中铁芯中的磁密度很小, I_g 励磁电流较小,在所述检测绕组113的线圈中通过电磁感应产生的电流信号 $I_{test} \approx -(N_1/N_{test}) \times I_1$ 。

[0052] 所述检测绕组113输出电流 I_{test} 通过所述二次侧有源电路12的信号放大及滤波处理后形成稳定的放大一定比例A的电流信号 I_2 ,所述电流信号 I_2 在电流互感器11的测量绕组114处产生新的磁场,其产生的磁场大小与一次侧输入电流 I_1 产生磁场的方向相反,

即电流互感器二次侧磁通与一次侧的相位相反,达到了给铁芯去磁的效果,实现了电流互感器一次侧和二次侧的磁势平衡,大大地降低了电流互感器内在的误差,包括比差和角差。在理想状态下,当二次侧有源电路中运算放大电路的放大倍数可以无穷大,当所述二次侧检测绕组113的采样电流非常微弱,接近于0时,则通过电磁感应用于产生该采样电流的一次侧电流在铁芯中形成磁场的磁通密度相应也非常微弱,相应的用于产生该磁场的励磁电流 I_g 也非常微弱,接近于0,所述测量绕组114中的有源电流 I_2 几乎全部由运算放大电路放大产生。由于励磁电流 I_g 也非常微弱,接近于0,则有源电流 I_2 中比差和角差也无限接近0,可以保证任意输入电流情况下的输出电流准确度。而在实际的电流采样电路中所述检测绕组113中必然存在一定的采样电流 I_{test} ,即 I_{test} 不等于0,因此实际的有源电流 I_2 只能接近该状态而不能达到该状态,即 I_2 中仍存在一定的比差和角差。

[0053] 在所述二次侧有源电路中,通过选择不同性能参数(放大性能)的运算放大器,以及调节放大电路中的输入电阻和反馈电阻来调节运算放大器的放大倍数,并通过反馈电路将放大后的信号反馈回输入端,得到稳定的输出信号,可以大大地降低电流采样电路的内部误差。

[0054] 利用本实用新型的一种电流采样电路结构,通过调整电路的放大倍数 A ,可以将电流的测量误差减少至约为未采用本实用新型的普通电流采样电路结构所产生误差的 $1/A$ 。原理如下所述,当在电流互感器一次侧输入电流为 I_1' ,对于普通的电流采样电路,通过电磁感应在二次侧绕组处形成的电流为 I_2' ,用于形成磁场的励磁电流为 I_g' ,则 I_1' 、 I_2' 和 I_g' 满足: $I_1' \times N_1 + I_2' \times N_2 - I_g' \times N_1 = 0$,则 $I_2' = -(I_1' \times N_1 - I_g' \times N_1) / N_2$ 。对于本实用新型所述的电流采样电路,在一次侧输入电流相同的情况下,当检测绕组的采样电流为 I_{test} ,调整二次侧有源电路中信号放大模块的放大倍数 A ,以保证测量绕组处114中的电流为 I_2 , I_2 为理想状态下的二次侧输出电流,即 $I_2 = -I_1' \times N_1 / N_2$,近似于 I_2' ,则 $I_2 = I_{test} \times A$,即所述检查绕组中采样的电流为 I_2/A ;根据在二次负载一定的情况下,二次侧绕组的感应电流的大小和所绕置铁芯中的磁通密度成正比例关系,则一次侧电流通过电磁感应在铁芯中产生的磁通密度可减小至约为原来普通电流采样电路的 $1/A$ 倍,相应的用于形成磁场的励磁电流减小至约为原来的 $1/A$ 倍。

[0055] 在一实施例中,所述电流互感器采用常用的0.1级的标定电流为20(200)A的电流互感器,按照GB1208-1997标准要求能准确测量到的最小电流为1%的标定电流大小,即 $20 \times 1\% = 0.2A$,也就是200mA。当在所述电流互感器的一次侧输入端输入1mA的输入电流信号时,电流互感器最小可以准确测量到的电流为200mA;则对于未利用本实用新型的普通电流采样电路,其二次侧的输出电流与理想状态下的二次侧输出电流相比,误差约为200%,误差值远远大于标准规定的误差范围。

[0056] 而相同的电流互感器,利用本实用新型所述的电流采样电路结构,假定调整所述反比例运算放大电路的放大倍数 A 为1000时,当所述电流互感器的一次侧绕组处输入1mA的输入电流信号时,通过所述二次侧有源电路的信号处理后,二次侧输出电流与未运用本实用新型的普通电路相比误差大约减少到原来的 $1/1000 = 0.10\%$,即一次侧输入电流为1mA时,利用本实用新型可将误差大约减少到 $200\% / 1000 = 2\%$,大大降低了电流采样电路的误差,提高了电流的测量精度。

[0057] 综上所述,当电能表电流采样电路的输入端为小电流信号时,利用本实用新型可

以大大地降低电路的测量误差,提高了电流测量准确度。因此,本实用新型拓宽了电能表电流采样电路的测量范围,且实现了电能表计量芯片对宽电流范围的采样信号的精确测量,有效地扩展了现有的电能表的应用范围。所以,本实用新型有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0058] 上述实施例仅例示性说明本实用新型的原理及其功效,而非用于限制本实用新型。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本实用新型的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本实用新型所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本实用新型的权利要求所涵盖。

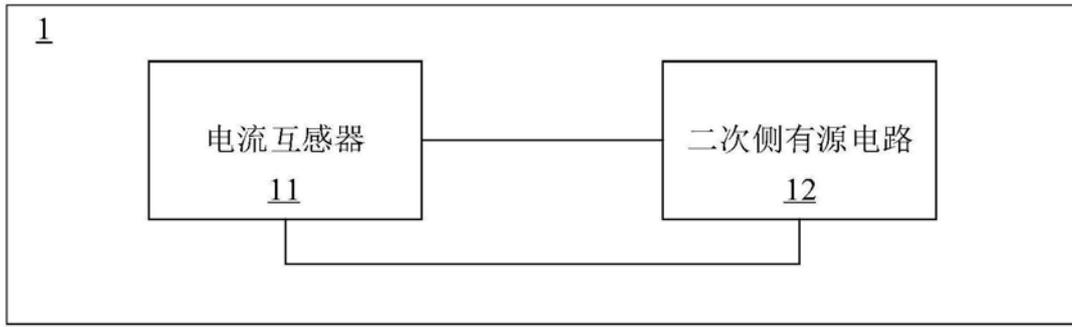


图1

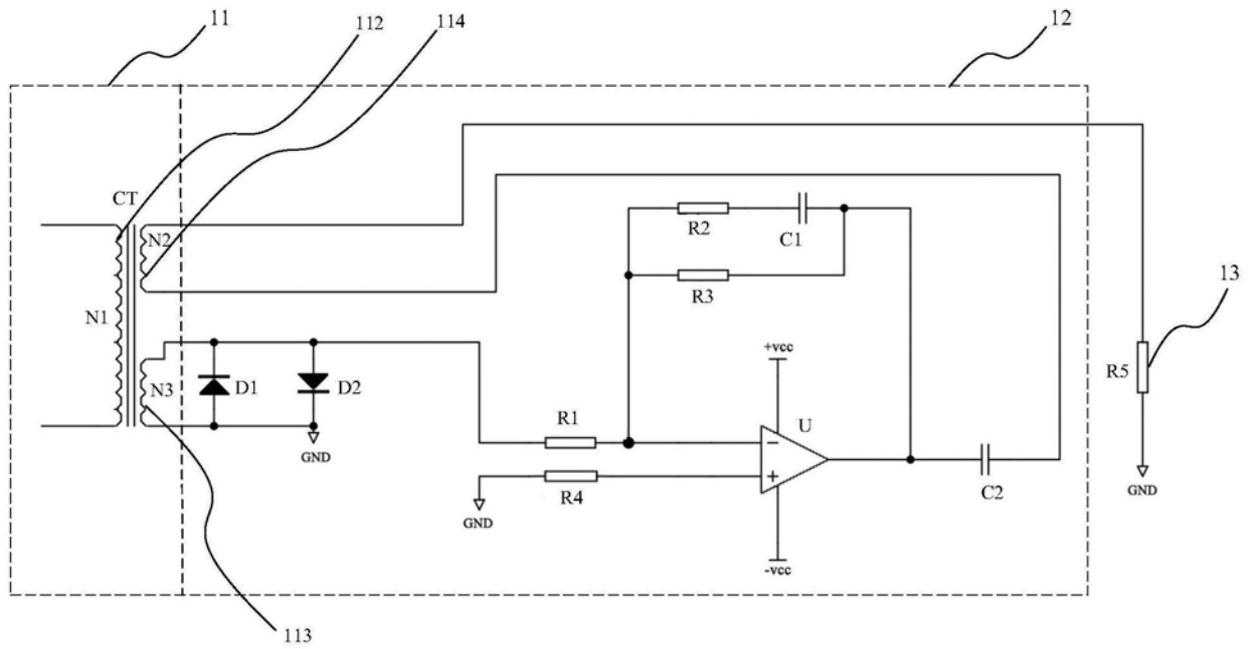


图2

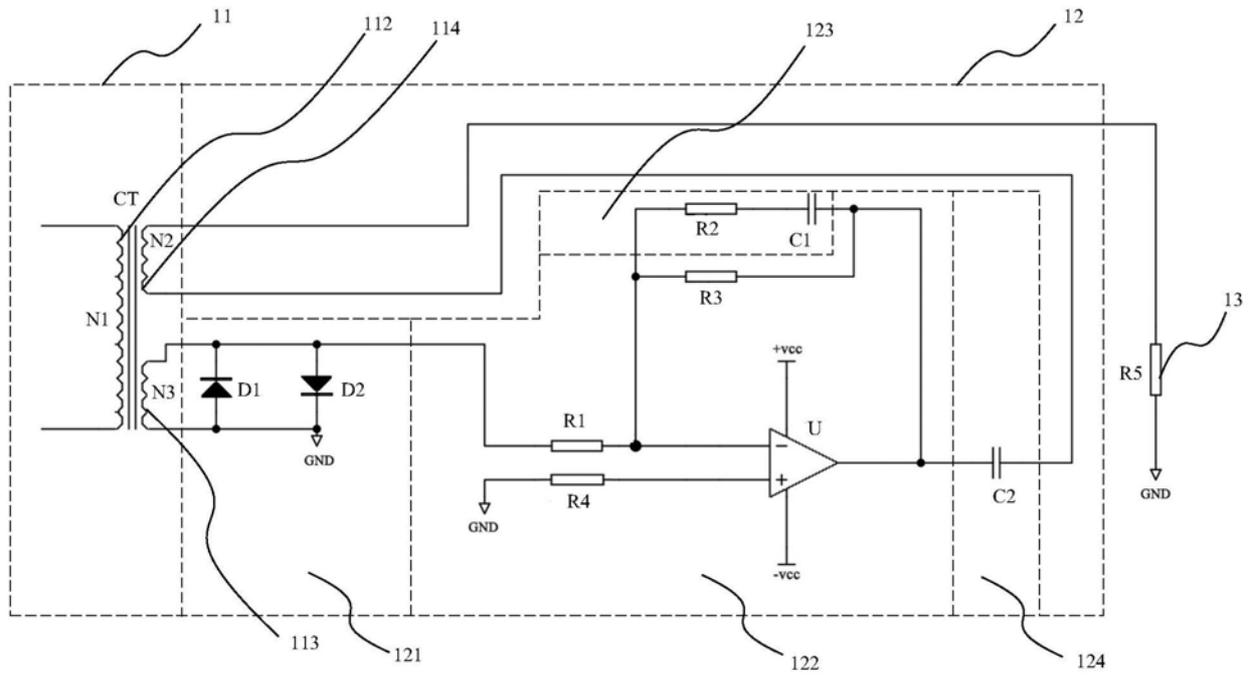


图3