



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110133356 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910435007.9

(22)申请日 2019.05.23

(71)申请人 唐智科技湖南发展有限公司
地址 410007 湖南省长沙市雨花区经济开发
区仙岭南路32号

(72)发明人 唐德尧 曾承志 李敏

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 罗满

(51) Int. Cl.

G01R 19/00(2006.01)

H02J 50/12(2016.01)

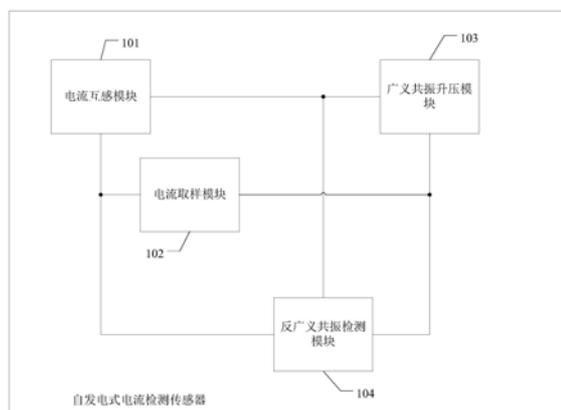
权利要求书4页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

一种自发电式电流检测传感器

(57)摘要

本发明公开了一种自发电式电流检测传感器,在进行电流检测时,既能获得电能,又能实现被测电流的检测。自发电式电流检测传感器,包括:以电流互感模块利用互感原理将被测电流转换为感应电流;以广义共振升压模块利用广义共振升压原理将感应电流转换为电能;以反广义共振检测模块获取电流取样模块的第一端和第二端之间的第一取样电压信号,及广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号;反广义共振检测模块根据第一取样电压信号和第二取样电压信号,计算得到与电流信号相关联的电信号。



1. 一种自发电式电流检测传感器,其特征在于,包括:

电流互感模块、电流取样模块、广义共振升压模块、反广义共振检测模块;

所述电流互感模块的第一端与所述广义共振升压模块的第一输入端连接,所述电流互感模块的第二端与所述电流取样模块的第一端连接,所述电流取样模块的第二端与所述广义共振升压模块的第二输入端连接;

所述反广义共振检测模块与所述电流取样模块的第一端和第二端、及所述广义共振升压模块的第一输入端及第二输入端连接;

所述电流互感模块利用互感原理将被测电流转换为感应电流;

所述广义共振升压模块利用广义共振升压原理将所述感应电流转换为电能;

所述反广义共振检测模块获取所述电流取样模块的第一端和第二端之间的第一取样电压信号,及所述广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号;

所述反广义共振检测模块根据所述第一取样电压信号和所述第二取样电压信号,得到与电流信号相关联的电信号。

2. 根据权利要求1所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述电流互感模块包括初级线圈和次级线圈,所述被测电流穿过所述初级线圈,所述次级线圈包括电感;

所述广义共振升压模块包括谐振升压单元、整流滤波单元、储能单元;

所述次级线圈的电感与所述电流取样模块和所述谐振升压单元串联;

所述谐振升压单元用于根据所述电感对所述感应电流进行谐振升压处理,得到升压电压信号;

所述整流滤波单元用于对谐振升压处理后的所述升压电压信号进行整流滤波处理;

所述储能单元用于将所述升压电压信号转换为电能。

3. 根据权利要求2所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述广义共振升压模块还包括稳压防反保护单元;

所述稳压防反保护单元用于对所述整流滤波单元整流滤波处理后的所述升压电压信号进行稳压处理,并防止所述储能单元的电能反向泄漏。

4. 根据权利要求2所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,

所述谐振升压单元包括谐振电容器,所述整流滤波单元包括整流器,所述储能单元包括储能电容器或可充电储能电池;

所述谐振电容器与所述整流器的正、负输入端并联;

所述整流器的正输出端与所述储能电容器的正输入端连接,所述整流器的负输出端与所述储能电容器的负输入端连接,且所述整流器的负输出端作为地线端;

所述可充电储能电池的正极相对所述地线端输出电源电压。

5. 根据权利要求3所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述稳压防反保护单元包括限压稳压管及防反向泄漏二极管;

所述限压稳压管的负极与所述整流器的负输出端及所述可充电储能电池的负极连接,所述限压稳压管的正极与所述整流器的正输出端及所述防反向泄漏二极管的正极连接;

所述防反向泄漏二极管的负极与所述可充电储能电池的正极连接。

6. 根据权利要求5所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述电流取样模块为

取样电阻；

当所述初级线圈的初级电感量为 L_1 、所述次级线圈的次级电感量为 L_2 、传输的电流频率为 F ，所述感应电流 I_1 相对所述被测电流 I_0 的电流变比为 $n=1/(L_2/L_1)^{0.5}$ ；

所述谐振电容器的容量的计算公式为 $C_1=1/L_2/(2\pi F)^{0.5}$ ；

所述感应电流 I_1 的取样系数 K_{Z0} 的计算公式为 $K_{Z0}=V_{Z0}/I_1=R_{01}$ ，其中 R_{01} 为所述取样电阻的电阻阻值；

所述谐振电容器的正反击穿电压大于所述储能电容器的正向击穿电压加所述整流器的正向压降。

7. 根据权利要求1所述的自发电式电流检测传感器，其特征在于，所述反广义共振检测模块包括差分移位单元、虚部差分移位单元、移相单元及反广义共振解算单元；

所述差分移位单元与所述电流取样模块的第一端和第二端连接，所述差分移位单元与所述广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端连接，所述虚部差分移位单元的输出端与所述移相单元的输入端连接，所述移相单元的输出端及所述差分移位单元的输出端与所述反广义共振解算单元连接；

所述差分移位单元用于获取所述电流取样模块第一端和第二端之间的第一取样电压信号，对所述第一取样电压信号进行差分移位处理，得到第一检测信号；

所述虚部差分移位单元用于获取所述广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号，对所述第二取样电压信号进行虚部差分移位处理，得到第二检测信号；

所述移相单元用于对所述第二检测信号进行移相放大处理，得到第三检测信号；

所述反广义共振解算单元用于对所述第一检测信号及所述第二检测信号进行计算，得到与电流信号相关联的电信号。

8. 根据权利要求7所述的自发电式电流检测传感器，其特征在于，所述差分移位单元为综合电流电压差分移位放大器；

所述综合电流电压差分移位放大器包括第一运放器、第一电阻器、第二电阻器、第三电阻器及第四电阻器；

所述第一电阻器的一端与所述电流取样模块的第一端连接，所述第一电阻器的另一端与所述第一运放器的正输入端连接；

所述第二电阻器的一端与所述电流取样模块的第二端连接，所述第二电阻器的另一端与所述第一运放器的负输入端连接；

所述第三电阻器的一端与所述第一运放器的正输入端连接，所述第三电阻器的另一端与供电端连接；

所述第四电阻器的一端与所述第一运放器的负输入端连接，所述第四电阻器的另一端与所述第一运放器的输出端连接；

所述第一运放器的输出端输出所述第一检测信号。

9. 根据权利要求8所述的自发电式电流检测传感器，其特征在于，

所述第一运放器输出的第一检测信号 V_{Z1} 的计算公式为 $V_{Z1}=V_{Z0}*K_{Z1}=(I_1+I_X)*K_{Z0}*K_{Z1}$ ，所述 K_{Z1} 为传输系数，所述 V_{Z0} 为所述第一取样电压信号的电压值，所述 I_1 为所述感应电流的电流值，所述 I_X 为谐振虚部电流的电流值，所述 K_{Z0} 为感应电流 I_1 的取样系数；

当所述I1及所述IX取最大值时,所述VZ1的电压值不大于输出限幅值,所述输出限幅值表示输出幅度失真的电压限制值。

10. 据权利要求7所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述虚拟差分移位单元为虚部电流电压差分移位放大器;

所述综合电流电压差分移位放大器包括第二运放器、第五电阻器、第六电阻器、第七电阻器及第八电阻器;

所述第五电阻器的一端与所述广义共振升压模块的第一输入端连接,所述第五电阻器的另一端与所述第二运放器的正输入端连接;

所述第六电阻器的一端与所述广义共振升压模块的第二输入端连接,所述第六电阻器的另一端与所述第二运放器的负输入端连接;

所述第七电阻器的一端与所述第二运放器的正输入端连接,所述第七电阻器的另一端与供电端连接;

所述第八电阻器的一端与所述第二运放器的负输入端连接,所述第八电阻器的另一端与所述第二运放器的输出端连接;

所述第二运放器的输出端输出所述第二检测信号。

11. 据权利要求10所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,

所述第二运放器输出的所述第二检测信号VC1的计算公式为 $VC1 = VC0 * KC1$,所述KC1为传输系数,所述VC0为第二取样电压信号的电压值,所述VC1的电压值不大于输出限幅值,所述输出限幅值表示输出幅度失真的电压限制值。

12. 据权利要求7所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述移相单元为移相放大器;

所述移相放大器包括第三运放器、第九电阻器、第十电阻器及移相电容器;

所述第九电阻器的一端与所述虚部差分移位单元的输出端连接,所述第九电阻器的另一端与所述第三运放器的负输入端连接,所述移相电容器与所述第十电阻器并联地跨接在所述第三运放器的负输入端和输出端,所述第三运放器的正输入端连接供电端;

所述第三运放器的输出端输出所述第三检测信号。

13. 根据权利要求7所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,所述反广义共振解算单元为反广义共振解算器;

所述反广义共振解算器包括第四运放器、第十一电阻器、第十二电阻器、第十三电阻器及解算电容器;

所述第十一电阻器的一端连接所述差分移位单元,所述第十二电阻器的一端连接所述移相单元,所述第十一电阻器的另一端及所述第十二电阻器的另一端连接所述解算电容器的一端,所述解算电容器的另一端连接所述第四运放器的负输入端;

所述第十三电阻器的一端连接所述第四运放器的负输入端,所述第十三电阻器的另一端连接所述第四运放器的输出端,所述第四运放器的正输入端连接供电端;

所述第四运放器的输出端输出所述与电流信号相关联的电信号。

14. 根据权利要求13所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,

所述第四运放器输出的电流检测信号VI1的计算公式为 $VI1 = VZ1 * KZ3 + VCY * KC3$,所述VZ1为所述第一检测信号的电压值,所述KZ3为对所述VZ1的传输系数,所述VCY为所述第三

检测信号的电压值,所述KC3为对所述VCY的传输系数。

15. 根据权利要求14所述的自发电式电流检测传感器,其特征在于,

所述第一检测信号电压值VZ1的传输系数KZ3满足 $KZ3 = -1 / (KZ0 * KZ1)$,所述KZ0为所述电流互感模块的感应电流的取样系数,所述KZ1为所述差分移位单元对所述第一检测信号的传输系数。

一种自发电式电流检测传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器领域,特别是涉及一种自发电式电流检测传感器。

背景技术

[0002] 交流电流互感器是检测大电流的主要传感器,也是检测高压线路上的电流的主要传感器,具有技术成熟、简单、可靠、隔离、安全、廉价等优点。经典的交流互感器的使用方法是:被测电流的导线以不接触地方式穿过交流互感器的环形铁芯的通孔,作为互感器的初级绕组,其电流为 I_0 ;在互感器的环形铁芯上绕制次级绕组,并在次级绕组的两个输出端之间接很小的电阻,如果接入电流表时,流过电流表的电流 I_1 正比于 I_0 ,当初级的电感量为 L_1 ,次级的电感量为 L_2 ,设计良好的互感器的互感量计算公式为 $M_1 = (L_1 L_2) * 0.5$,电流变化比计算公式为 $n = I_0 / I_1 = (L_2 / L_1) * 0.5$,特点是次级的电压很小,次级的输出电流 I_1 不容许连接并联于电流表上的附加负载,以免分流而引起电流表测量不准。因此,若试图从次级绕组取得电流和电压供给电子电路等使用时,存在两个缺点:所获得的电压低、功率小;次级电流变化到不能用于电流测量。

[0003] 为了达到单纯地利用互感器的次级电流获得较高的电压和功率的目的,现有的方法是采用基于广义共振升压的技术。

[0004] 但是,基于广义共振升压的技术利用互感器次级电流获得较高的电压和功率的方法,破坏了互感器的次级电流的波形和幅度,使得直接、简单地仅用互感器实现既获得电压和功率又测量电流的目的不能实现。而在许多应用领域,尽管互感器所测量的电流的载体具有近在咫尺的丰富电能,却不能使用,例如测量高压线的电流时,不能引用高压线的高压电源,无论在轨道交通领域的电网(电压25000V)绝缘子漏电检测,或是国家干线电网绝缘子漏电检测都不能使用电网电压;家用电度表测量电功率时不仅需要互感器测量电流,还要用变压器获得电源来支持电度表工作。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种自发电式电流检测传感器,在进行电流检测时,既能通过被测电流获得电能,又能实现被测电流的检测。

[0006] 本发明第一方面提供一种自发电式电流检测传感器,包括:

[0007] 电流互感模块、电流取样模块、广义共振升压模块、反广义共振检测模块;

[0008] 电流互感模块的第一端与广义共振升压模块的第一输入端连接,电流互感模块的第二端与电流取样模块的第一端连接,电流取样模块的第二端与广义共振升压模块的第二输入端连接;

[0009] 反广义共振检测模块与电流取样模块的第一端和第二端、及广义共振升压模块的第一输入端及第二输入端连接;

[0010] 电流互感模块利用互感原理将被测电流转换为感应电流;

[0011] 广义共振升压模块利用广义共振升压原理将感应电流转换为电能;

- [0012] 反广义共振检测模块获取电流取样模块的第一端和第二端之间的第一取样电压信号,及广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号;
- [0013] 反广义共振检测模块根据第一取样电压信号和第二取样电压信号,得到与电流信号相关联的电信号。
- [0014] 进一步的,电流互感模块包括初级线圈和次级线圈,被测电流穿过初级线圈,次级线圈包括电感;
- [0015] 广义共振升压模块包括谐振升压单元、整流滤波单元、储能单元、及稳压防反保护单元;
- [0016] 次级线圈的电感与电流取样模块和谐振升压单元串联;
- [0017] 谐振升压单元用于根据电感对感应电流进行谐振升压处理,得到升压电压信号;
- [0018] 整流滤波单元用于对谐振升压处理后的升压电压信号进行整流滤波处理;
- [0019] 稳压防反保护单元用于对整流滤波处理后的升压电压信号进行稳压处理,并防止储能单元的电能反向泄漏;
- [0020] 储能单元用于将升压电压信号转换为电能。
- [0021] 进一步的,广义共振升压模块还包括稳压防反保护单元;
- [0022] 稳压防反保护单元用于对整流滤波单元整流滤波处理后的升压电压信号进行稳压处理,并防止储能单元的电能反向泄漏。
- [0023] 进一步的,
- [0024] 谐振升压单元包括谐振电容器,整流滤波单元包括整流器,储能单元包括储能电容器或可充电储能电池;
- [0025] 谐振电容器与整流器的正、负输入端并联;
- [0026] 整流器的正输出端与储能电容器的正输入端连接,整流器的负输出端与储能电容器的负输入端连接,且整流器的负输出端作为地线端;
- [0027] 可充电储能电池的正极相对地线端输出电源电压。
- [0028] 进一步的,稳压防反保护单元包括限压稳压管及防反向泄漏二极管;
- [0029] 限压稳压管的负极与整流器的负输出端及可充电储能电池的负极连接,限压稳压管的正极与整流器的正输出端及防反向泄漏二极管的正极连接;
- [0030] 防反向泄漏二极管的负极与可充电储能电池的正极连接。
- [0031] 进一步的,电流取样模块为取样电阻;
- [0032] 当初级线圈的初级电感量为 L_1 、次级线圈的次级电感量为 L_2 、传输的电流频率为 F ,感应电流 I_1 相对被测电流 I_0 的电流变比为 $n=1/(L_2/L_1)0.5$;
- [0033] 谐振电容器的容量的计算公式为 $C_1=1/L_2/(2\pi F)0.5$;
- [0034] 电流取样模块 R_{01} 的电阻值不大于预设值;
- [0035] 感应电流 I_1 的取样系数 K_{Z0} 的计算公式为 $K_{Z0}=V_{Z0}/I_1=R_{01}$, R_{01} 为取样电阻的电阻阻值;
- [0036] 谐振电容器的正反击穿电压大于储能电容器的正向击穿电压加整流器的正向压降。
- [0037] 进一步的,反广义共振检测模块包括差分移位单元、虚部差分移位单元、移相单元及反广义共振解算单元;

[0038] 差分移位单元与电流取样模块的第一端和第二端连接,差分移位单元与广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端连接,虚部差分移位单元的输出端与移相单元的输入端连接,移相单元的输出端及差分移位单元的输出端与反广义共振解算单元连接;

[0039] 差分移位单元用于获取电流取样模块第一端和第二端之间的第一取样电压信号,对第一取样电压信号进行差分移位处理,得到第一检测信号;

[0040] 虚部差分移位单元用于获取广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号,对第二取样电压信号进行虚部差分移位处理,得到第二检测信号;

[0041] 移相单元用于对第二检测信号进行移相放大处理,得到第三检测信号;

[0042] 反广义共振解算单元用于对第一检测信号及第二检测信号进行计算,得到与电流信号相关联的电信号。

[0043] 进一步的,差分移位单元为综合电流电压差分移位放大器;

[0044] 综合电流电压差分移位放大器包括第一运放器、第一电阻器、第二电阻器、第三电阻器及第四电阻器;

[0045] 第一电阻器的一端与电流取样模块的第一端连接,第一电阻器的另一端与第一运放器的正输入端连接;

[0046] 第二电阻器的一端与电流取样模块的第二端连接,第二电阻器的另一端与第一运放器的负输入端连接;

[0047] 第三电阻器的一端与第一运放器的正输入端连接,第三电阻器的另一端与供电端连接;

[0048] 第四电阻器的一端与第一运放器的负输入端连接,第四电阻器的另一端与第一运放器的输出端连接;

[0049] 第一运放器的输出端输出第一检测信号。

[0050] 进一步的,

[0051] 第一运放器输出的第一检测信号 $VZ1$ 的计算公式为 $VZ1 = VZ0 * KZ1 = (I1 + IX) * KZ0 * KZ1$, $KZ1$ 为传输系数, $VZ0$ 为第一取样电压信号的电压值, $I1$ 为感应电流的电流值, IX 为谐振虚部电流的电流值, $KZ0$ 为感应电流 $I1$ 的取样系数;

[0052] 当 $I1$ 及 IX 取最大值时, $VZ1$ 的电压值不大于输出限幅值,输出限幅值表示输出幅度失真的电压限制值。

[0053] 进一步的,虚拟差分移位单元为虚部电流电压差分移位放大器;

[0054] 综合电流电压差分移位放大器包括第二运放器、第五电阻器、第六电阻器、第七电阻器及第八电阻器;

[0055] 第五电阻器的一端与广义共振升压模块的第一输入端连接,第五电阻器的另一端与第二运放器的正输入端连接;

[0056] 第六电阻器的一端与广义共振升压模块的第二输入端连接,第六电阻器的另一端与第二运放器的负输入端连接;

[0057] 第七电阻器的一端与第二运放器的正输入端连接,第七电阻器的另一端与供电端连接;

[0058] 第八电阻器的一端与第二运放器的负输入端连接,第八电阻器的另一端与第二运放器的输出端连接;

- [0059] 第二运算放大器的输出端输出第二检测信号。
- [0060] 进一步的,第二运算放大器输出的第二检测信号 $VC1$ 的计算公式为 $VC1=VC0*KC1$, $KC1$ 为传输系数, $VC0$ 为第二取样电压信号的电压值, $VC1$ 的电压值不大于输出限幅值,输出限幅值表示输出幅度失真的电压限制值。
- [0061] 进一步的,移相单元为移相放大器;
- [0062] 移相放大器包括第三运算放大器、第九电阻器、第十电阻器及移相电容器;
- [0063] 第九电阻器的一端与虚部差分移位单元的输出端连接,第九电阻器的另一端与第三运算放大器的负输入端连接,移相电容器与第十电阻器并联地跨接在第三运算放大器的负输入端和输出端,第三运算放大器的正输入端连接供能端;
- [0064] 第三运算放大器的输出端输出第三检测信号。
- [0065] 进一步的,反广义共振解算单元为反广义共振解算器;
- [0066] 反广义共振解算器包括第四运算放大器、第十一电阻器、第十二电阻器、第十三电阻器及解算电容器;
- [0067] 第十一电阻器的一端连接差分移位单元,第十二电阻器的一端连接移相单元,第十一电阻器的另一端及第十二电阻器的另一端连接解算电容器的一端,解算电容器的另一端连接第四运算放大器的负输入端;
- [0068] 第十三电阻器的一端连接第四运算放大器的负输入端,第十三电阻器的另一端连接第四运算放大器的输出端,第四运算放大器的正输入端连接供电端;
- [0069] 第四运算放大器的输出端输出与电流信号相关联的电信号。
- [0070] 进一步的,
- [0071] 第四运算放大器输出的电流检测信号 $VI1$ 的计算公式为 $VI1=VZ1*KZ3+VCY*KC3$, $VZ1$ 为第一检测信号的电压值, $KZ3$ 为对 $VZ1$ 的传输系数, VCY 为第三检测信号的电压值, $KC3$ 为对 VCY 的传输系数。
- [0072] 进一步的,
- [0073] 第一检测信号电压值 $VZ1$ 的传输系数 $KZ3$ 满足 $KZ3=-1/(KZ0*KZ1)$, $KZ0$ 为电流互感模块的感应电流的取样系数, $KZ1$ 为差分移位单元对第一检测信号的传输系数。
- [0074] 可见,自发电式电流检测传感器的电流互感模块通过互感原理将被测电流转换为感应电流,广义共振升压模块利用广义共振升压原理将感应电流转换为电能,反广义共振检测模块获取电流取样模块的第一端和第二端之间的第一取样电压信号,及广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号,根据第一取样电压信号和第二取样电压信号,计算得到与电流信号相关联的电信号。与目前的基于广义共振升压的技术相比,本发明能够通过反广义共振检测模块得到被测电流的电流检测信号,利用广义共振升压原理获得电能的同时,又能实现电流的检测。

附图说明

[0075] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对现有技术和实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0076] 图1为本发明实施例的自发电式电流检测传感器的结构示意图；
- [0077] 图2为本发明实施例的广义共振升压模块的结构示意图；
- [0078] 图3为本发明实施例的广义共振升压模块的电路图；
- [0079] 图4为本发明实施例的反广义共振检测模块的结构示意图；
- [0080] 图5为本发明实施例的差分移位单元的电路图；
- [0081] 图6为本发明实施例的虚部差分移位单元的电路图；
- [0082] 图7为本发明实施例的移相单元的电路图；
- [0083] 图8为本发明实施例的反广义共振解算单元的电路图。

具体实施方式

[0084] 本发明的核心是提供一种自发电式电流检测传感器,与目前的基于广义共振升压的技术相比,本发明能够通过反广义共振检测模块得与电流信号相关联的电信号,利用广义共振升压原理获得电能的同时,又能实现电流的检测

[0085] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0086] 请参考图1,本发明实施例提供一种自发电式电流检测传感器,包括:

[0087] 电流互感模块101、电流取样模块102、广义共振升压模块103、反广义共振检测模块104;

[0088] 电流互感模块101的第一端与广义共振升压模块103的第一输入端连接,电流互感模块101的第二端与电流取样模块102的第一端连接,电流取样模块102的第二端与广义共振升压模块104的第二输入端连接;

[0089] 反广义共振检测模块104与电流取样模块102的第一端和第二端、及广义共振升压模块103的第一输入端及第二输入端连接;

[0090] 电流互感模块101利用互感原理将被测电流转换为感应电流;

[0091] 广义共振升压模块103利用广义共振升压原理将感应电流转换为电能;

[0092] 反广义共振检测模块104获取电流取样模块102的第一端和第二端之间的第一取样电压信号,并获取广义共振升压模块103的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号;

[0093] 反广义共振检测模块104根据第一取样电压信号和第二取样电压信号,计算得到与电流信号相关联的电信号。

[0094] 本发明实施例中,自发电式电流检测传感器的电流互感模块101通过互感原理将被测电流转换为感应电流,广义共振升压模块103通过广义共振升压原理将感应电流转换为电能,反广义共振检测模块104获取电流取样模块102的第一端和第二端之间的第一取样电压信号,并获取广义共振升压模块103的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号,反广义共振检测模块104根据第一取样电压信号和第二取样电压信号,计算得到与电流信号相关联的电信号。与目前的基于广义共振升压的技术相比,本发明技能通过广义共振升压模块103获得电能,又能通过反广义共振检测模块104得到与电流信号相关联的电信

号,实现了利用广义共振升压原理获得电能的同时,又能实现电流的检测。

[0095] 可选的,结合图1所示,本发明的一些实施例中,如图2所示,电流互感模块101包括初级线圈和次级线圈,被测电流穿过初级线圈,次级线圈包括电感1011;

[0096] 广义共振升压模块103包括谐振升压单元1031、整流滤波单元1032、储能单元1033及稳压防反保护单元1034;

[0097] 次级线圈的电感1011与电流取样模块102和谐振升压单元1031串联;

[0098] 谐振升压单元1031用于根据电感对感应电流进行谐振升压处理,得到升压电压信号;

[0099] 整流滤波单元1032用于对谐振升压处理后的升压电压信号进行整流滤波处理;

[0100] 储能单元1034用于将升压电压信号转换为电能。

[0101] 可选的,如图2所示,本发明的一些实施例中,广义共振升压模块还包括稳压防反保护单元1033;

[0102] 稳压防反保护单元1033用于对整流滤波单元1032整流滤波处理后的升压电压信号进行稳压处理,并防止储能单元1034的电能反向泄漏;

[0103] 本发明实施例中,电流互感模块101具体可以是环形的电流互感器,电流互感器安装于绝缘子与支柱的腕臂之上,当绝缘子出现故障时,泄漏的电流会通过电流互感器的环形铁芯通孔,作为初级线圈,在环形铁芯上绕制次级绕组,作为次级线圈,次级线圈包括电感1011,电感1011与电流取样模块102和谐振升压单元1031串联,谐振升压单元1031用于对第一取样电压信号进行谐振升压处理,得到升压电压信号,整流滤波单元1032用于对谐振升压处理后的升压电压信号进行整流滤波处理,稳压防反保护单元1033用于对整流滤波处理后的升压电压信号进行稳压处理,并防止储能单元1034的电能反向泄漏,储能单元1034用于将升压电压信号转换为电能。

[0104] 在以上图2所示的实施例中,广义共振升压模块是以单元化的组成方式进行说明的,在实际应用中,各单元的功能和实现均是以电子、电路和/或器件的组合方式实现,下面进行具体的说明。

[0105] 请参阅图3,本发明的一些实施例中,

[0106] 谐振升压单元包括谐振电容器301,整流滤波单元包括整流器302,储能单元包括储能电容器303或可充电储能电池304;

[0107] 谐振电容器301与整流器302的正、负输入端并联;

[0108] 整流器302的正输出端与储能电容器303的正输入端连接,整流器302的负输出端与储能电容器303的负输入端连接,且整流器302的负输出端作为地线端;

[0109] 可充电储能电池304的正极相对地线端输出电源电压。

[0110] 需要说明的是,整流器302具体可以为桥式整流器,桥式整流器是利用二极管的单向导通性进行整流的最常用的电路,常用来将交流电转变为直流电,因此,适用于本发明实施例中。

[0111] 可选的,如图3所示,本发明的一些实施例中,稳压防反保护单元包括限压稳压管305及防反向泄漏二极管306;

[0112] 限压稳压管305的负极与整流器302的负输出端及可充电储能电池304的负极连接,限压稳压管305的正极与整流器302的正输出端及防反向泄漏二极管306的正极连接;

[0113] 防反向泄漏二极管306的负极与可充电储能电池304的正极连接；

[0114] 本发明实施例中，广义共振升压模块具体到应用时，需要将单元化的功能和组成单元用具体的电路结构和电子器件进行细化，具体的，如图3中所示，其中R01表示的是电流取样模块，J1表示的是电流互感模块的第一端、广义共振升压模块的第一输出端；J2表示的是电流互感模块的第二端、电流取样模块的第一端；J3表示的是电流取样模块的第二端、广义共振升压模块的第二输入端。谐振电容器301与电感组成了谐振单元，从而能够将电流互感模块获得的感应电流转化为电能存储到谐振电容器301中，谐振电容器301在谐振周期内的充电和放电不属于直流电，需要通过整流器302将交流电转换为直流电，储能电容器303可以存储电能，并且将电能存储到可充电储能电池304，而为了保证电路中器件的安全，需要设置限压稳压管305来防止器件被反向击穿，防反向泄漏二极管306的负极与可充电储能电池304的正极连接，确保可充电储能电池305的电能不会反向泄露到之前的电路中。可充电储能电池的正极相对地线GND端输出电源电压VCC。

[0115] 需要说明的是，在实际用于中，限压稳压管305的型号具体可以是MZPY10。

[0116] 需要说明的是，若可充电储能电池306的电压不满足后续电路设计所需的电压，则将可充电储能电池305进行DC/DC电压变换为所需的电压并作为VCC，例如 $V1=3.6V$ ，所需的 $VCC=12V$ ，则将 $V1=3.6V$ 通过DC/DC升压为 $VCC=12V$ 。

[0117] 结合图3所示的实施例，在以上实施例中具体的说明了广义共振升压模块的电路结构及器件组成，下面对自发电式电流检测传感器中各参数的计算和设定进行说明。

[0118] 可选的，本发明的一些实施例中，电流取样模块为取样电阻；

[0119] 当初级线圈的初级电感量为 $L1$ 、次级线圈的次级电感量为 $L2$ 、传输的电流频率为 F ，感应电流 $I1$ 相对被测电流 $I0$ 的电流变比为 $n=1/(L2/L1)0.5$ ；

[0120] 谐振电容器301的容量的计算公式为 $C1=1/L2/(2\pi F)0.5$ ；

[0121] 电流取样模块R01的电阻值不大于预设值，一般预设值设为0.1欧姆；

[0122] 感应电流 $I1$ 的取样系数 $KZ0$ 的计算公式为 $KZ0=VZ0/I1=R01$ ；

[0123] 谐振电容器301的正反击穿电压大于储能电容器303的正向击穿电压加整流器302的正向压降。

[0124] 需要说明的是，整流器302的反向击穿电压及储能电容器303的正向击穿电压大于可充电储能电池304的许用上限电压VCC加防反向泄漏二极管305的正向压降；限压稳压管305的稳压电压等于可充电储能电池304的许用上限电压VCC加防反向泄漏二极管306的正向压降。

[0125] 在以上实施例中，具体的说明了自发电式电流检测传感器中的广义共振升压模块是如何将电流互感模块感应得到的感应电流转换为电能，但是在利用广义共振升压原理得到电能时，由于广义共振升压谐振回路的存在，导致产生了谐振虚部电流 IX ，此时广义共振升压模块的第一输入端的电流将变为了感应电流 $I0$ 和谐振虚部电流 IX 之和 $(I0+IX)$ ，破坏感应电流的波形和幅度，以致此时对电流进行检测是不准确的。在本发明中是通过反广义共振检测模块来消除广义共振升压谐振回路对于感应电流的影响，下面通过具体的实施例对反广义共振检测模块是如何消除广义共振升压谐振回路的影响进行说明。

[0126] 请参阅图4，本发明的一些实施例中，反广义共振检测模块包括差分移位单元401、虚部差分移位单元402、移相单元403及反广义共振解算单元404；

[0127] 差分移位单元401与电流取样模块的第一端和第二端连接,差分移位单元401与广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端连接,虚部差分移位单元402的输出端与移相单元的输入端连接,移相单元403的输出端及差分移位单元的输出端与反广义共振解算单元404连接;

[0128] 差分移位单元401用于获取电流取样模块第一端和第二端之间的第一取样电压信号,对第一取样电压信号进行差分移位处理,得到第一检测信号;

[0129] 虚部差分移位单元402用于获取广义共振升压模块的第一输入端和第二输入端之间的第二取样电压信号,对第二取样电压信号进行虚部差分移位处理,得到第二检测信号;

[0130] 移相单元403用于对第二检测信号进行移相放大处理,得到第三检测信号;

[0131] 反广义共振解算单元404用于对第一检测信号及第二检测信号进行计算,得到与电流信号相关联的电信号。

[0132] 本发明实施例中,反广义共振检测模块包括了差分移位单元401、虚部差分移位单元402、移相单元403及反广义共振解算单元404,为了保证检测的可靠性,在绝缘子泄露电流很小时,就需要检测得到,从而可以及时进行预警和维修,由于电流互感模块转换得到的感应电流的取值也是很小的,此时需要差分移位单元401对第一取样电压信号进行差分移位处理,得到第一检测信号,对第二取样电压信号进行虚部差分移位处理,得到第二检测信号,并且移相单元403对第二检测信号进行移相放大处理,得到第三检测信号,反广义共振解算单元404用于对第一检测信号及第二检测信号进行反广义共振计算,从而得到与电流信号相关联的电信号。使得与电流信号相关联的电信号的值正比于被测电流,消除了广义共振升压谐振回路所带来的虚部电流的影响。

[0133] 在以上图4所示的实施例中,描述了反广义共振检测模块包括4个单元、每个单元所执行的功能以及单元之间的连接关系,下面通过具体实施例对各单元的电路结构进行说明。

[0134] 请参阅图5,本发明的一些实施例中,差分移位单元为综合电流电压差分移位放大器;

[0135] 综合电流电压差分移位放大器包括第一运放器501、第一电阻器502、第二电阻器503、第三电阻器504及第四电阻器505;

[0136] 第一电阻器502的一端与电流取样模块的第一端J2连接,第一电阻器502的另一端与第一运放器501的正输入端连接;

[0137] 第二电阻器502的一端与电流取样模块J3的第二端连接,第二电阻器503的另一端与第一运放器501的负输入端连接;

[0138] 第三电阻器504的一端与第一运放器501的正输入端连接,第三电阻器504的另一端与供电端连接;

[0139] 第四电阻器505的一端与第一运放器501的负输入端连接,第四电阻器505的另一端与第一运放器501的输出端连接;

[0140] 第一运放器501的输出端输出第一检测信号。

[0141] 本发明实施例中,综合电流电压差分移位放大器为一个按照叠加原理设计的差分放大器,可以使用可充电储能电池对地GND端输出的VCC电压供电,输出电压移位于以基准电压VREF为工作点,VREF设计为稳压于约为可充电储能电池的日常工作电压VCC之半,以便用单

电源 (GND至VCC) 供电的电子电路能将所有信号偏置于电路的中间电压VREF运行,防止信号限幅失真;

[0142] 第一运放器501输出的第一检测信号VZ1的计算公式为 $VZ1 = VZ0 * KZ1 = (I1 + IX) * KZ0 * KZ1$,KZ1为传输系数,VZ0为第一取样电压信号的电压值,I1为感应电流的电流值,IX为谐振虚部电流的电流值,KZ0为感应电流I1的取样系数;当I1及IX取最大值时,VZ1的电压值不大于输出限幅值,输出限幅值表示输出幅度失真的电压限制值。

[0143] 请参阅图6,本发明的一些实施例中,虚拟差分移位单元为虚部电流电压差分移位放大器;

[0144] 综合电流电压差分移位放大器包括第二运放器601、第五电阻器602、第六电阻器603、第七电阻器604及第八电阻器605;

[0145] 第五电阻器602的一端与广义共振升压模块的第一输入端J1连接,第五电阻器602的另一端与第二运放器601的正输入端连接;

[0146] 第六电阻器603的一端与广义共振升压模块的第二输入端J3连接,第二电阻器602的另一端与第二运放器601的负输入端连接;

[0147] 第七电阻器604的一端与第二运放器601的正输入端连接,第七电阻器604的另一端与供电端连接;

[0148] 第八电阻器605的一端与第二运放器601的负输入端连接,第八电阻器605的另一端与第二运放器601的输出端连接;

[0149] 第二运放器601的输出端输出第二检测信号。

[0150] 本发明实施例中,虚部电流电压差分移位放大器为一个按照叠加原理设计的差分放大器,第二运放器601输出的第二检测信号VC1的计算公式为 $VC1 = VC0 * KC1$,KC1为传输系数,VC0为第二取样电压信号的电压值,VC1的电压值不大于输出限幅值,输出限幅值表示输出幅度失真的电压限制值。

[0151] 请参阅图7,本发明的一些实施例中,移相单元为移相放大器;

[0152] 移相放大器包括第三运放器701、第九电阻器702、第十电阻器703及移相电容器704;

[0153] 第九电阻器702的一端与虚部差分移位单元的输出端连接,第九电阻器702的另一端与第三运放器701的负输入端连接,移相电容器704与第十电阻器703并联地跨接在第三运放器701的负输入端和输出端,第三运放器701的正输入端连接供能端;

[0154] 第三运放器701的低通增益不小于20分贝,谐振频率F的增益不低于-30dB;

[0155] 第三运放器701的输出端输出第三检测信号VCY。

[0156] 本发明实施例中,移相放大器为一个经典积分放大器,第十电阻器703的电阻值设计规则为大于第九电阻器702的10倍,即低通增益不小于20dB,该积分器的传输系数为: $KC2 = -1 / (j * 2 * \pi * F * C3 * R6)$,C3为移相电容器704的电容值,设计为对于谐振频率F的增益不低于-30dB。

[0157] 请参阅图8,本发明的一些实施例中,反广义共振解算单元为反广义共振解算器;

[0158] 反广义共振解算器包括第四运放器801、第十一电阻器802、第十二电阻器803、第十三电阻器804及解算电容器805;

[0159] 第十一电阻器802的一端连接差分移位单元,即接收到差分移位单元输出的第一

检测信号VZ1,第十二电阻器803的一端连接移相单元,即接收到移相单元输出的第三检测信号VCY,第十一电阻器802的另一端及第十二电阻器的另一端连接解算电容器的一端,解算电容器805的另一端连接第四运放器801的负输入端;

[0160] 第十三电阻器804的一端连接第四运放器801的负输入端,第十三电阻器804的另一端连接第四运放器801的输出端,第四运放器801的正输入端连接供电端VREF;

[0161] 第四运放器801的输出端输出电流检测信号VI1。

[0162] 本发明实施例中,第四运放器801输出的电流检测信号VI1的计算公式为 $VI1 = VZ1 * KZ3 + VCY * KC3$,VZ1为第一检测信号的电压值,KZ3为对VZ1的传输系数,VCY为第三检测信号的电压值,KC3为对VCY的传输系数;解算电容器805与第十一电阻器802组合对VZ1放大的下降3分贝频率不大于谐振频率F的1/100,解算电容器805与第十二电阻器803组合对VCY放大的下降3dB频率不大于谐振频率F的1/100。

[0163] 对第一检测信号VZ1的放大系数计算公式为 $KZ3 = -1 / (KZ0 * KZ1)$,KZ0为电流互感模块的感应电流的取样系数,KZ1为差分移位单元对第一检测信号VZ1的传输系数;

[0164] 对第三检测信号VCY的放大系数计算公式为 $KC3 = KZ0 * KZ1 * KZ3 / (KC0 * KC1 * KC2)$,KC0为电流互感模块对感应电流的传输系数,KC1为虚部差分移位单元对第二取样电压信号VC0的传输系数,KC2为移相单元对第二检测信号VC2的传输系数。

[0165] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都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互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0166] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个.....”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0167] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

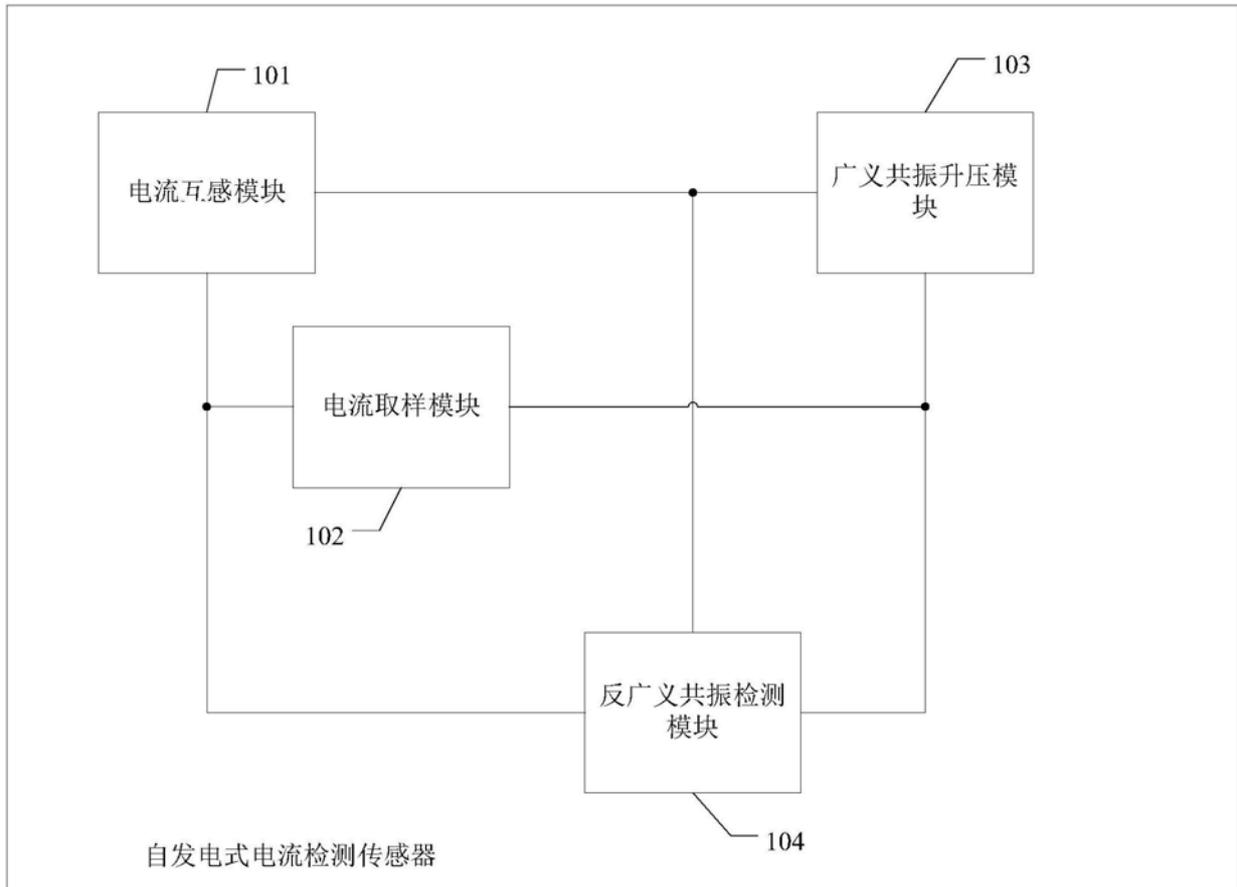


图1

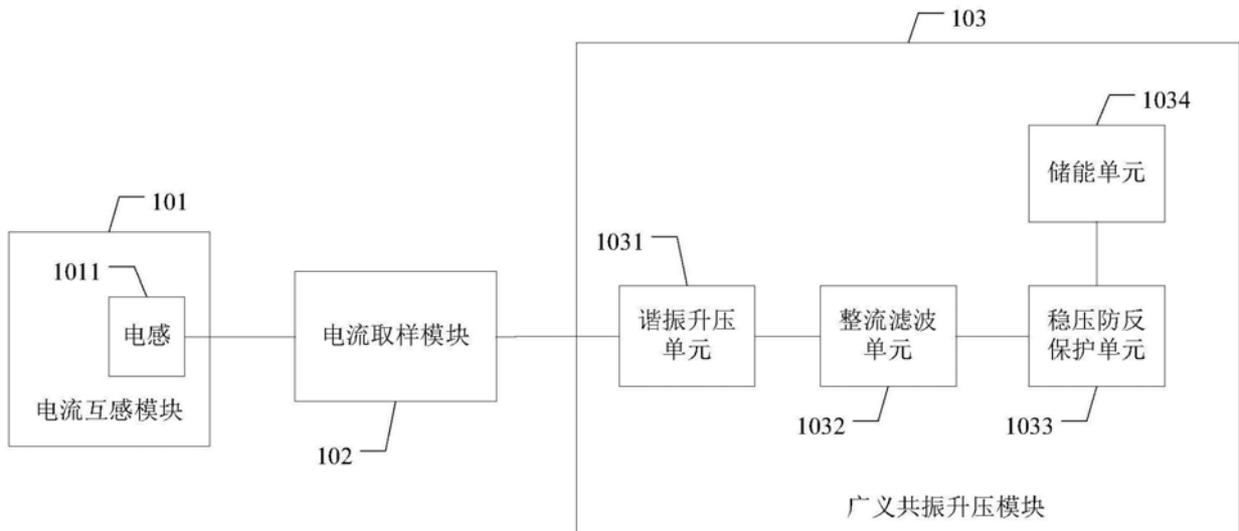


图2

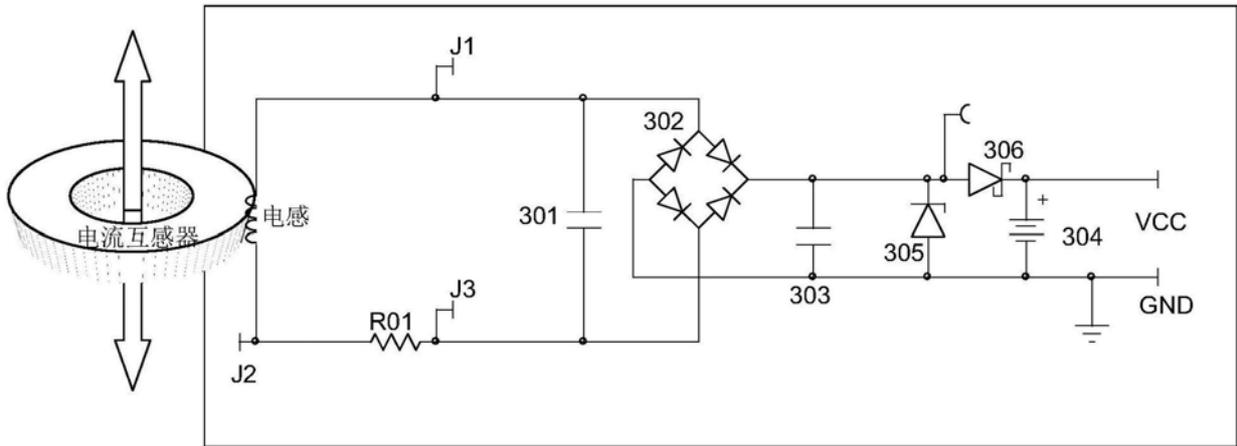


图3

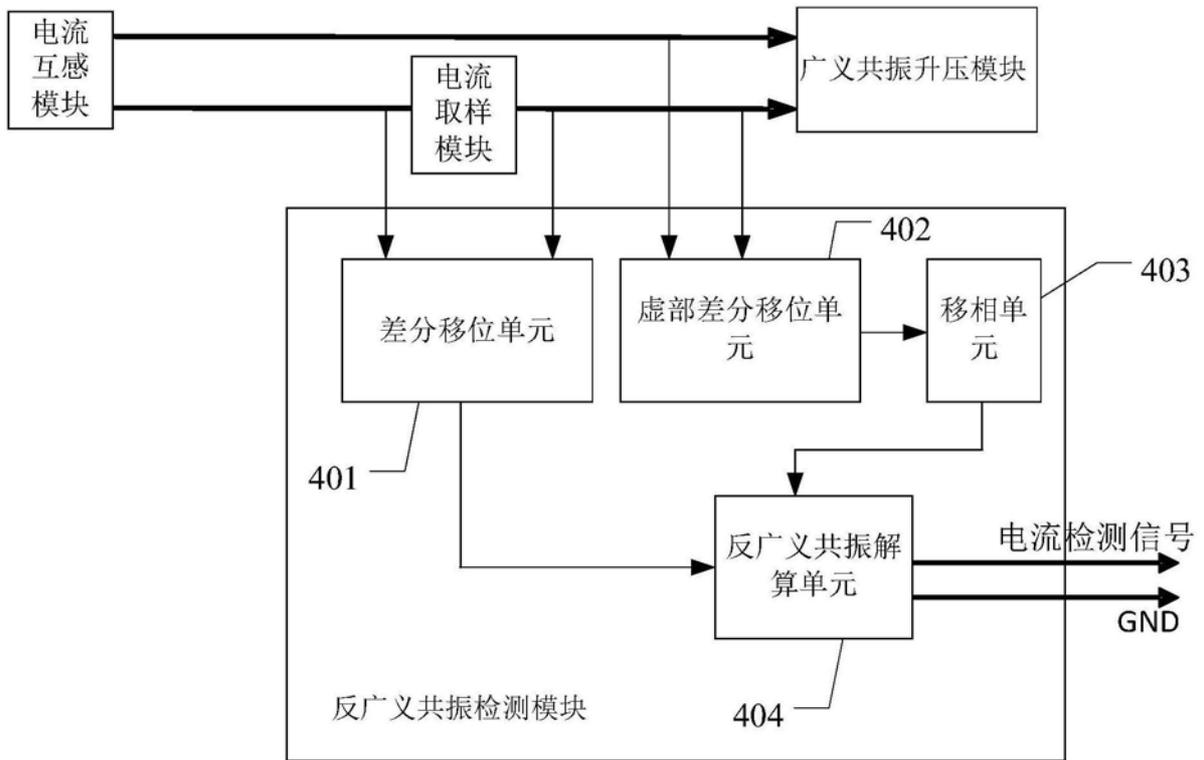


图4

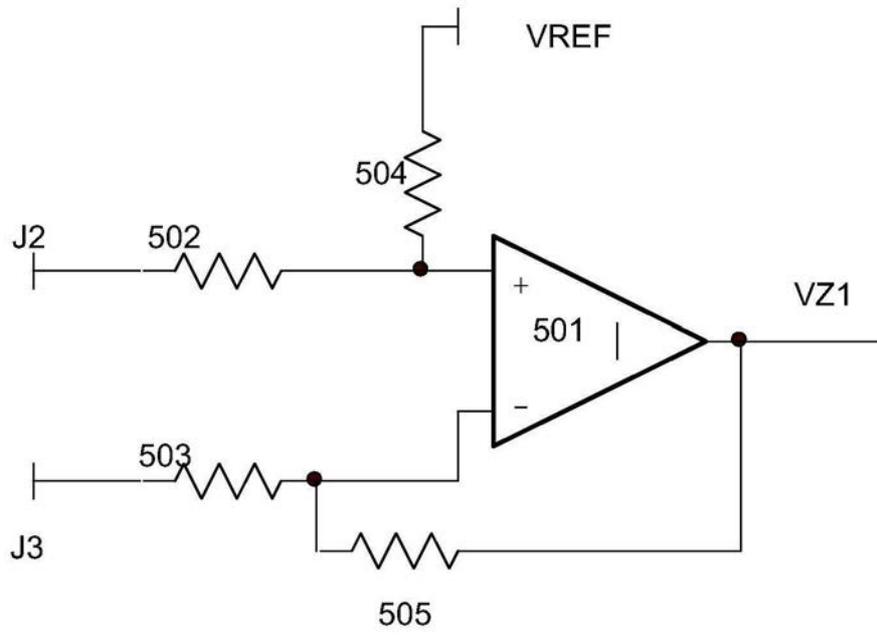


图5

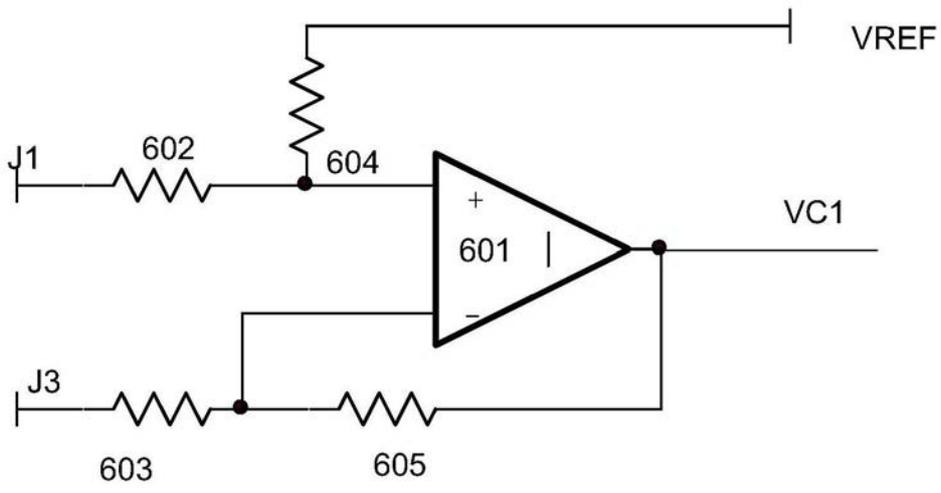


图6

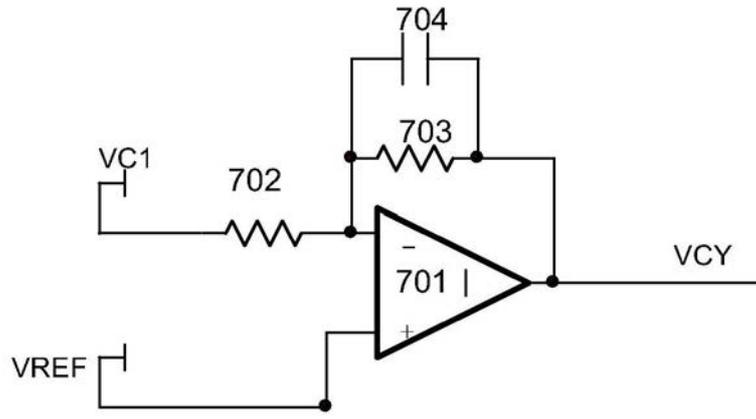


图7

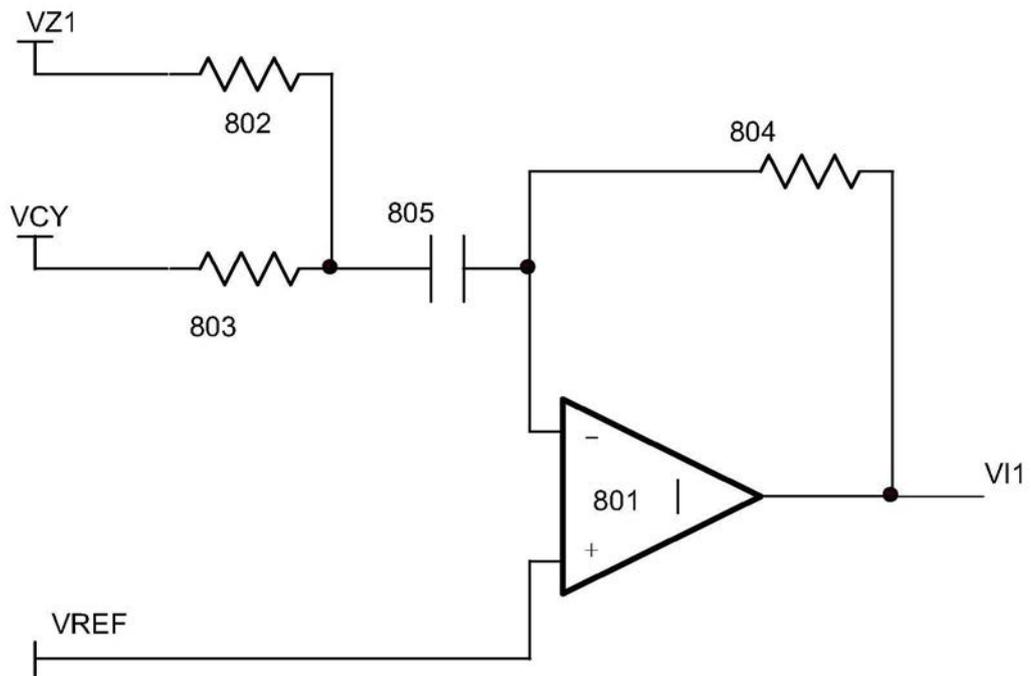


图8