



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110646018 B

(45) 授权公告日 2021.10.19

(21) 申请号 201910864158.6

CN 203574613 U, 2014.04.30

(22) 申请日 2019.09.12

CN 102129032 A, 2011.07.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102768554 A, 2012.11.07

申请公布号 CN 110646018 A

US 5644484 A, 1997.07.01

(43) 申请公布日 2020.01.03

CN 101272106 A, 2008.09.24

(73) 专利权人 东南大学

CN 103323153 A, 2013.09.25

地址 210000 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

CN 205175447 U, 2016.04.20

EP 0308358 A2, 1989.03.22

EP 0574815 A1, 1993.12.22

US 2019025346 A1, 2019.01.24

(72) 发明人 李宏生 张含 丁徐锴 张基强 黄丽斌

李宏生等.一种高精度恒流源的设计与分析.《光学 精密工程》.1996,第4卷(第6期),

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204

刘南柳.惠斯通电桥问题的另外两种解法.《岳阳师范学院学报(自然科学版)》.2002,第15卷(第2期),

代理人 曾教伟

H. A. Sauer et.al.A D-C Wheatstone bridge for multi-terohm measurements with high accuracy capability.《IEEE Transactions on Communication and Electronics》.1964,第83卷(第71期),

(51) Int.Cl.

G01D 5/16 (2006.01)

G01R 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 204536969 U, 2015.08.05

CN 103472878 A, 2013.12.25

CN 104808064 A, 2015.07.29

CN 206248100 U, 2017.06.13

CN 101908534 A, 2010.12.08

CN 209131690 U, 2019.07.19

JP 2009022156 A, 2009.01.29

Y.H. Ghallab et.al.A new topology for a current-mode wheatstone bridge.《IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs》.2006,第53卷(第1期),

审查员 李亚萍

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路

减小以同频段信号耦合进而提高测量精度。

(57) 摘要

本发明的一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路,包括基准电流源模块、H桥、检测模块。本发明电路设计简单易于实现,由于运算放大器是对直流信号处理,因此降低了对运放的带宽要求,方便器件选型,降低使用高速运放的成本。用本发明代替电压源作为惠斯通电桥的外接电源,可提高惠斯通电桥输出信号的线性度;同时,可调制惠斯通电桥的低频输出信号



CN 110646018 B

1. 一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路,其特征在于:包括依次连接的基准电流源模块、H桥和检测模块;

所述基准电流源模块用于为H桥提供恒定电流,该基准电流源模块包括电压源、电阻 R_0 和低速运放,电压源的输出一端接低速运放的正极输入,另一端接地,电阻 R_0 的输出一端接低速运放的负极输入,另一端接地,运放的输出端接H桥,经H桥接回分压电阻 R_0 ,构成负反馈;

所述H桥作为电流源的负载,将恒定电流输入转换为恒幅交变电流,该H桥包括四个电压控制型开关S1、S2、S3、S4和四个高频信号源C1、C2、C3、C4;高频信号源C1一端接开关S1电源正极,一端接地,高频信号源C2一端接开关S2电源正极,一端接地,高频信号源C3一端接开关S3电源正极,一端接地,高频信号源C4一端接开关S4电源正极,一端接地;开关S1一端接开关S2,另一端接开关S4,开关S2一端接开关S1,另一端接开关S3,开关S3一端接开关S2,另一端接开关S4,开关S4一端接开关S3,另一端接开关S1;开关S1、开关S2的连接点接低速运放的输出端,开关S2、开关S3的连接点接惠斯通电桥的电源正极,开关S1、S4的连接点接惠斯通电桥的电源负极;

所述检测模块作为H桥的负载,输出检测信号;

所述检测模块为惠斯通电桥。

2. 根据权利要求1所述的一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路,其特征在于:所述H桥的输出信号,是对惠斯通电桥的检测信号进行高频调制。

3. 根据权利要求2所述的一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路,其特征在于:所述惠斯通电桥包括两个可变电阻 R_1 、 R_3 和两个定值电阻 R_2 、 R_4 ;定值电阻 R_4 的一端接可变电阻 R_3 ,另一端接可变电阻 R_1 ,可变电阻 R_1 一端接定值电阻 R_2 ,另一端接定值电阻 R_4 ,定值电阻 R_2 的一端接可变电阻 R_3 ,另一端接可变电阻 R_1 ,可变电阻 R_3 一端接定值电阻 R_2 ,另一端接定值电阻 R_4 ;定值电阻 R_2 和可变电阻 R_1 的连接点接电桥电源正极,定值电阻 R_4 和可变电阻 R_3 的连接点接电桥电源负极。

一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器测量系统及惠斯通电桥输出检测信号的技术领域,特别是涉及一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路。

背景技术

[0002] 1883年,英国发明家克里斯蒂发明了由四个电阻构成的高精度测量电路惠斯通电桥。四个电阻分别叫做电桥的桥臂,电桥利用桥臂电阻的变化来测量某些物理量的变化。如图2所示,将电阻应变片(将电阻丝做成栅状粘贴在两层薄纸或塑料薄膜之间构成)粘固在物件上,当物件发生形变时, R_1 、 R_3 变为 $R + \Delta R$, R_2 、 R_4 不变,则直流电压源供电条件下电桥的输出为(如图2所示):

$$\Delta V = E \times \frac{\Delta R}{R + \Delta R} \quad (1)$$

[0003]

$$\approx E \cdot \frac{\Delta R}{R}$$

[0004] 其中, ΔR 是应变片受到外界应力时阻值发生的变化, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 是构成惠斯通电桥的四个桥臂(设 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$), ΔV 是检测端得到的输出信号。由上式看出,电压源条件下,电桥只有检测微小变化,且应变片本身阻值远大于外界激励下变化的阻值输出才可近似线性。

[0005] 若采用电流源对电桥供电,则同样的外界应力对应变片刺激下,电桥的输出信号为(如图3所示):

$$\Delta V = \frac{I}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R + \Delta R} - \frac{I}{2} \cdot R \quad (2)$$

[0006]

$$= \frac{I}{2} \cdot \Delta R$$

[0007] 由(1)、(2)式可以看出电桥在电流源供电的条件下输出信号的线性度要优于电压源供电。

[0008] 对于惠斯通电桥检测信号的处理,一方面利用电流源提高线性度,另一方面还要考虑到信号的调制以减小信号间的耦合,因此需要产生高频电流源信号,则需要高速运放对基准电流放大处理同时还需考虑运放带宽和转换速率,这样大大限制了运放的选择范围。

发明内容

[0009] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种低速运放实现的高频恒幅惠斯通电桥检测电路。

[0010] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明的一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路,包括依次连接的基准电流源模块、H桥和检测模块;所述基准电流源模块用于为H桥提供恒定电流,所述H桥作为电流源的负载,将恒定电流输入转换为恒幅交变电

流;所述检测模块作为H桥的负载,输出检测信号;所述检测模块为惠斯通电桥。

[0011] 其中,所述基准电流源模块包括电压源、电阻 R_0 和低速运放,电压源的输出一端接低速运放的正极输入,另一端接地;电阻 R_0 的输出一端接低速运放的负极输入,另一端接地;运放的输出端接H桥,经H桥接回分压电阻 R_0 ,构成负反馈。

[0012] 其中,所述H桥包括四个电压控制型开关 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 和四个高频信号源 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 ;高频信号源 C_1 一端接开关 S_1 电源正极,一端接地,高频信号源 C_2 一端接开关 S_2 电源正极,一端接地,高频信号源 C_3 一端接开关 S_3 电源正极,一端接地,高频信号源 C_4 一端接开关 S_4 电源正极,一端接地;开关 S_1 一端接开关 S_2 ,另一端接开关 S_4 ,开关 S_2 一端接开关 S_1 ,另一端接开关 S_3 ,开关 S_3 一端接开关 S_2 ,另一端接开关 S_4 ,开关 S_4 一端接开关 S_3 ,另一端接开关 S_1 ;开关 S_1 、开关 S_2 的连接点接低速运放的输出端,开关 S_2 、开关 S_3 的连接点接惠斯通电桥的电源正极,开关 S_1 、 S_4 的连接点接惠斯通电桥的电源负极。

[0013] 其中,所述H桥的输出信号,是对惠斯通电桥的检测信号进行高频调制。

[0014] 其中,所述惠斯通电桥包括两个可变电阻 R_1 、 R_3 和两个定值电阻 R_2 、 R_4 ;定值电阻 R_4 的一端接可变电阻 R_3 ,另一端接可变电阻 R_1 ,可变电阻 R_1 一端接定值电阻 R_2 ,另一端接定值电阻 R_4 ,定值电阻 R_2 的一端接可变电阻 R_3 ,另一端接可变电阻 R_1 ,可变电阻 R_3 一端接定值电阻 R_2 ,另一端接定值电阻 R_4 ;定值电阻 R_2 和可变电阻 R_1 的连接点接电桥电源正极,定值电阻 R_4 和可变电阻 R_3 的连接点接电桥电源负极。

[0015] 有益效果:本发明具有以下有益效果:

[0016] (1) 电路设计简单,易于实现。

[0017] (2) 由于运算放大器是对直流信号处理,因此降低了对运放的带宽要求,方便器件的选型,降低了使用高速运放的成本。

[0018] (3) 用此电流源电路代替电压源作为惠斯通电桥的外接电源,可以提高惠斯通电桥输出信号的线性度。

[0019] (4) 利用本发明的电路调制惠斯通电桥的低频输出信号可减小同频段信号耦合进而提高测量精度。

附图说明

[0020] 图1为本发明的系统框图;

[0021] 图2为直流电压源条件下电桥输出电压电路图;

[0022] 图3为直流电流源条件下电桥输出电压电路图;

[0023] 图4为本发明的具体电路结构图;

[0024] 图5为高频信号源与H桥四路开关工作时序图,图中: t_{pos} :正半周期, t_{neg} :负半周期。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0026] 如图1、图4和图5所示,一种低速运放实现的高频电流源惠斯通电桥检测电路,包括基准电流源模块、H桥和检测模块,所述检测模块为惠斯通电桥。所述基准电流源模块包括电压源、分压电阻 R_0 和低速运放,电压源的输出一端接低速运放的正极输入,另一端接

地;分压电阻 R_0 的输出一端接低速运放的负极输入,另一端接地;运放的输出端接H桥,经H桥接回分压电阻 R_0 ,构成负反馈。所述H桥包括四个电压控制型开关S1、S2、S3、S4构成的H桥和四个高频信号源C1、C2、C3、C4高频信号源C1一端接开关S1电源正极,一端接地,高频信号源C2一端接开关S2电源正极,一端接地,高频信号源C3一端接开关S3电源正极,一端接地,高频信号源C4一端接开关S4电源正极,一端接地;开关S1一端接开关S2,另一端接开关S4,开关S2一端接开关S1,另一端接开关S3,开关S3一端接开关S2,另一端接开关S4,开关S4一端接开关S3,另一端接开关S1;开关S1、S2的连接点接低速运放的输出端,开关S2、S3的连接点接惠斯通电桥的电源正极,开关S1、S4的连接点接惠斯通电桥的电源负极。

[0027] 对于高频恒幅交变电流源的直流量,由基准电流源模块生成,为H桥提供恒定电流。

[0028] 如图4所示,对于H桥,信号源输出高频方波信号。为了减小解调相移,调制频率在1k~100MHz之间越高越好,同时为了避免高频信号的对电路产生影响,因此设置高频信号输出模块的频率范围为1M~10MHz。

[0029] 由基准电流源模块生成的直流量加载到H桥上,高频信号源对其进行周期驱动,进而形成电流方向不断变化的高频振荡波形。构成H桥的四路电压控制型开关分别为S1、S2、S3、S4。S1、S2、S3、S4如图4所示连接,四个开关的工作机理是当开关的正极电压高于负极电压,开关闭合;正极电压低于负极电压,开关断开,其通断由四个高频信号源C1、C2、C3、C4控制。C1、C2、C3、C4的频率相同,同一时刻,C1、C3极性相同,C2、C4的极性相同,而C1、C2极性相反,导致四路开关S1、S3与S2、S4交替闭合中断,形成与高频信号源同周期的高频方波。开关S1、S2、S3、S4的闭合/中断时序如图5所示。

[0030] H桥的供电的原理为:当C2、C4输出正半周期,开关S2、S4导通,开关S1、S3断开,电流从S2输入,流经电桥至S4,a点电压高于b点电压,当C1、C3输出正半周期,开关S1、S3导通,开关S2、S4断开,电流从S1输入,流经电桥至S3,a点电压低于b点电压;两种状态不断重复,从而与信号源同频率振荡。

[0031] 当惠斯通电桥的应变片电阻收到外界激励发生变化时,电桥输出电压为:

$$[0032] \quad \Delta V = KI(R + \Delta R) - KIR \quad (3)$$

$$[0033] \quad = KI \cdot \Delta R$$

$$[0034] \quad \Delta V = KIR - KI(R + \Delta R) \quad (4)$$

$$[0035] \quad = -KI \Delta R$$

[0036] 式中K为运算放大器的放大倍数,I为基准电流源的输出电流。

[0037] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



图1

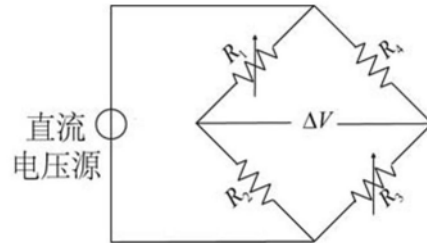


图2

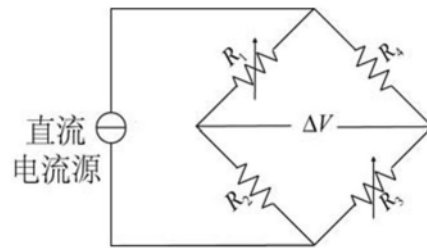


图3

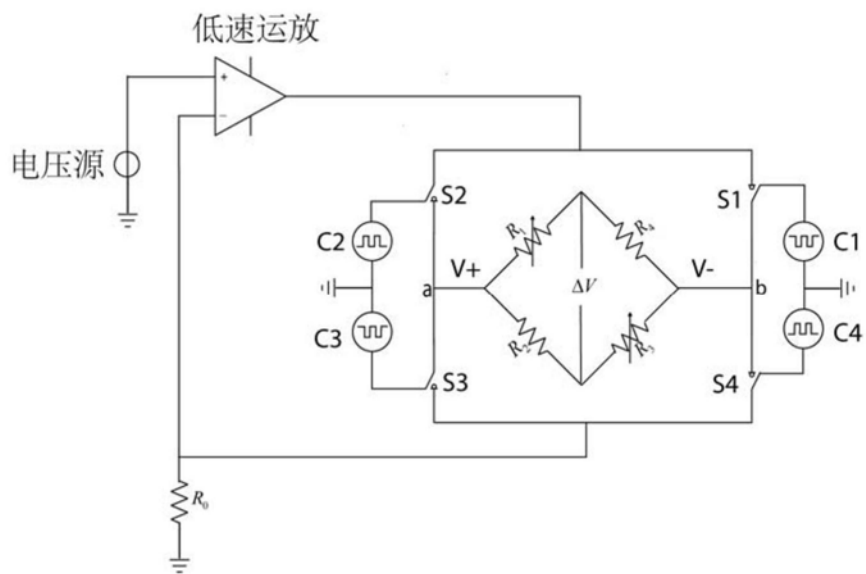


图4

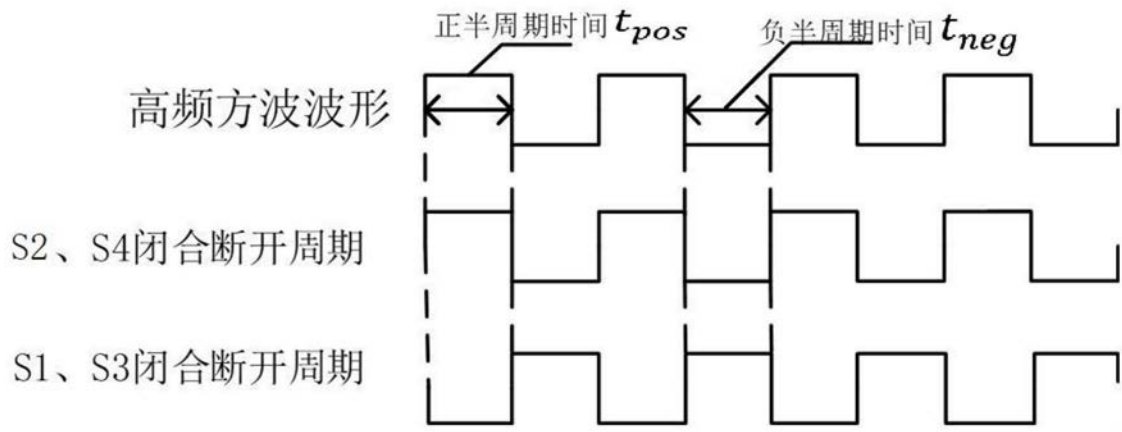


图5