



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107315439 A

(43)申请公布日 2017. 11. 03

(21)申请号 201710676051.X

(22)申请日 2017.08.09

(71)申请人 常州同惠电子股份有限公司

地址 213000 江苏省常州市新北区天山路3号

(72)发明人 赵浩华 高志齐 孙伯乐 刘瑜 王怒

(74)专利代理机构 常州知融专利代理事务所 (普通合伙) 32302

代理人 路接洲

(51) Int. Cl.

G05F 1/56(2006.01)

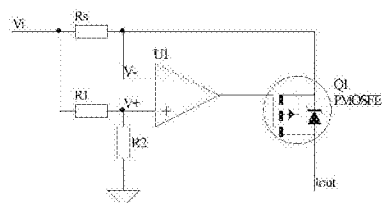
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

高精度压控电流源电路

(57)摘要

本发明涉及一种高精度压控电流源电路,包括基准电压 $V_i$ 、运算放大器U1、PMOSFET管Q1、量程电阻 $R_s$ 、电阻R1和电阻R2;基准电压 $V_i$ 通过量程电阻 $R_s$ 连接至运算放大器U1的反相输入端,基准电压通过电阻R1连接至运算放大器U1同相输入端,电阻R1的另一端连接电阻R2的一端,电阻R2的另一端接地,运算放大器U1的输出端连接至PMOSFET管的栅极,PMOSFET管的源极连接至运算放大器U1的反相输入端从而构成负反馈路径,PMOSFET管的漏极作为恒流源的电流输出端。本发明由于采用输入基准电压提供电流源的输出能量,既简化了电路设计节省了成本,降低了电路整体的复杂程度,也使此电路较少受到电源波动的干扰,提高了电流的精确度和稳定性。



1. 一种高精度压控电流源电路,其特征在于:包括基准电压 $V_i$ 、运算放大器U1、PMOSFET管Q1、量程电阻 $R_s$ 、电阻R1和电阻R2;基准电压 $V_i$ 通过量程电阻 $R_s$ 连接至运算放大器U1的反相输入端,基准电压通过电阻R1连接至运算放大器U1同相输入端,电阻R1的另一端连接电阻R2的一端,电阻R2的另一端接地,运算放大器U1的输出端连接至PMOSFET管的栅极,PMOSFET管的源极连接至运算放大器U1的反相输入端从而构成负反馈路径,PMOSFET管的漏极作为恒流源的电流输出端。

2. 如权利要求1所述的高精度压控电流源电路,其特征在于:所述的基准电压 $V_i$ 连接到量程电阻 $R_s$ 的一端和电阻R1的一端,量程电阻 $R_s$ 的另一端连接运算放大器U1的反相输入端和PMOSFET管的源极,电阻R1的另一端连接到运算放大器U1的同相输入端和电阻R2的一端,电阻R2的另一端接地。

3. 如权利要求1所述的高精度压控电流源电路,其特征在于:所述的运算放大器U1的输出端连接到PMOSFET管的栅极,PMOSFET管的源极连接至运算放大器U1的反相输入端,PMOSFET管的漏极作为恒流源的电流输出端,恒流源的负载采用接地连接的方式。

4. 如权利要求2所述的高精度压控电流源电路,其特征在于:基准电压 $V_i$ 作为输出电流的能量的来源,电阻R1和电阻R2对基准电压 $V_i$ 起到分压作用,使得运算放大器U1的同相输入端电压低于基准电压 $V_i$ 。

5. 如权利要求3所述的高精度压控电流源电路,其特征在于:PMOSFET管对运算放大器U1的进行扩流,同时,运算放大器U1的反相输出端与通过PMOSFET管的源极连接,使得运算放大器形成闭合负反馈,通过运算放大器控制电流精确度,通过PMOSFET管的转移特性实现电压到电流的转换,电流源精度高性能稳定。

## 高精度压控电流源电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及仪器仪表和电子测量领域,尤其是一种高精度压控电流电路,可应用于直流电阻测量。

### 背景技术

[0002] 高精度压控电流源是电子测量和计量校准中常用的仪器设备,在工矿企业和实验室中广泛应用。

[0003] 传统的高精度压控电流源电路如附图1所示,基准电压 $V_i$ 、运算放大器 $U_1$ 、NMOSFET功率管 $Q_1$ 电源 $V_{CC}$ 、电阻 $R_1$ 、电阻 $R_2$ 和电阻 $R_4$ 构成第一电流源;第一电流源流过电阻 $R_2$ ,于在电阻 $R_2$ 两端产生固定的电压差,根据运算放大器“虚短”和“虚断”概念,没有电流流入运算放大器 $U_2$ 的输入端,则量程电阻 $R_s$ 两端的电压差与电阻 $R_2$ 两端的电压差相等,于是在量程电阻上形成固定的电压差,进一步则产生固定的电流,运算放大器 $U_2$ 连接PMOSFET功率管 $Q_2$ 的栅极, $Q_2$ 的源极连接至运算放大器 $U_2$ 的反相输入端从而构成负反馈以保持电流的恒定。此传统的压控电流源电路,输出电流能量来自于供电电源,容易受到电源噪声干扰;电路结构复杂,电子元器件数量较多;制作PCB所需面积大,成本高。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是:提出一种高精度压控电流源电路,采用基准电压源作为输出电流能量来源,相对于传统的高精度压控电流源电路,它的结构简单,电子元器件数量少,所占PCB板面积小,成本低;可以根据使用条件灵活调整参数,输出各种不同强度电流;电路整体复杂程度低,易于推广,具有良好的应用前景。

[0005] 本发明所采用的技术方案为:一种高精度压控电流源电路,包括基准电压 $V_i$ 、运算放大器 $U_1$ 、PMOSFET管 $Q_1$ 、量程电阻 $R_s$ 、电阻 $R_1$ 和电阻 $R_2$ ;基准电压 $V_i$ 通过量程电阻 $R_s$ 连接至运算放大器 $U_1$ 的反相输入端,基准电压通过电阻 $R_1$ 连接至运算放大器 $U_1$ 同相输入端,电阻 $R_1$ 的另一端连接电阻 $R_2$ 的一端,电阻 $R_2$ 的另一端接地,运算放大器 $U_1$ 的输出端连接至PMOSFET管的栅极,PMOSFET管的源极连接至运算放大器 $U_1$ 的反相输入端从而构成负反馈路径,PMOSFET管的漏极作为恒流源的电流输出端。

[0006] 进一步的说,本发明基准电压 $V_i$ 连接到量程电阻 $R_s$ 的一端和电阻 $R_1$ 的一端,量程电阻 $R_s$ 的另一端连接运算放大器 $U_1$ 的反相输入端和PMOSFET管的源极,电阻 $R_1$ 的另一端连接到运算放大器 $U_1$ 的同相输入端和电阻 $R_2$ 的一端,电阻 $R_2$ 的另一端接地;

[0007] 再进一步的说,本发明运算放大器 $U_1$ 的输出端连接到PMOSFET管的栅极,PMOSFET管的源极连接至运算放大器 $U_1$ 的反相输入端,PMOSFET管的漏极作为恒流源的电流输出端,恒流源的负载采用接地连接的方式。

[0008] 再进一步的说,本发明采用基准电压 $V_i$ 作为输出电流的能量的来源,电阻 $R_1$ 和电阻 $R_2$ 对基准电压 $V_i$ 起到分压作用,使得运算放大器 $U_1$ 的同相输入端电压低于基准电压 $V_i$ 。

[0009] 再进一步的说,本发明通过PMOSFET管对运算放大器 $U_1$ 的进行扩流,同时,将运算

放大器U1的反相输出端与通过PMOSFET管的源极连接,使得运算放大器形成闭合负反馈,通过运算放大器控制电流精确度,通过PMOSFET管的转移特性实现电压到电流的转换,电流源精度高性能稳定。

[0010] 再进一步的说,本发明可以通过改变基准电压Vi的电压值和输出电流能力,提高本发明可输出的电流强度。

[0011] 再进一步的说,本发明可以通过改变量程电阻Rs、电阻R1和电阻R2,实现电流值大小的调节,以适应不同阻值范围电阻的精确测量的要求。

[0012] 再进一步的说,本发明可以根据使用条件,调整参数,适用于不同电流强度输出要求。

[0013] 本发明的有益效果是:由于采用输入基准电压提供电流源的输出能量,既简化了电路设计节省了成本,降低了电路整体的复杂程度,也使此电路较少受到电源波动的干扰,提高了电流的精确度和稳定性。

### 附图说明

[0014] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0015] 图1是传统高精度压控电流源电路原理图;

[0016] 图2是本发明的电路原理图;

[0017] 图3是本发明具体实施中的一种压控电流源电路图。

### 具体实施方式

[0018] 现在结合附图和优选实施例对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0019] 如图2所示的一种压控电流源电路原理图,对本发明的基本原理进行推到:设输入基准电压为Vi、运算放大器U1的同相输入端电势为Vp、运算放大器U1反相输入端电势为Vn、输出电流为Iout、PMOSFET管的源极电流为Is,那么,

[0020] 因为运算放大器的“虚断”特点,流过运算放大器U1同相输入端的电流为零,则流过电阻R1和电阻R2的电流相等,所以

$$[0021] \quad \frac{V_i}{R_1 + R_2} = \frac{V_p}{R_2} \quad (1)$$

[0022] 由运算放大器的“虚短”特点,有:

$$[0023] \quad V_n = V_p \quad (2)$$

[0024] 因为“虚断”,运算放大器U1反相输入端也没有电流流过,所以流过量程电阻Rs的电流与流过PMOSFET管源极电流相等,所以

$$[0025] \quad \frac{V_i - V_n}{R_s} = I_s \quad (3)$$

[0026] 根据PMOSFET场效应管制造工艺特点,其转移特性  $i_d = f(V_{gs})$ ,流过PMOSFET管Q1源极的电流与漏极电流相等,所以

$$[0027] \quad I_{out} = I_s \quad (4)$$

[0028] 那么,根据(1)、(2)、(3)和(4)式,可得

$$[0029] \quad I_{out} = \frac{V_i \times R_2}{R_s \times (R_1 + R_2)} \quad (5)$$

[0030] 设  $k = \frac{R_2}{R_s(R_1 + R_2)}$ , 则 (5) 可以简化为

$$[0031] \quad I_{out} = kV_i \quad (6)$$

[0032] 由式 (6) 可知: 即图 2 所示的电路输出电流与输入电压成正比, 所以此电路就是一种压控电流源。

[0033] 由于采用输入基准电压提供电流源的输出能量, 既简化了电路设计节省了成本, 降低了电路整体的复杂程度, 也使此电路较少受到电源波动的干扰, 提高了电流的精确度和稳定性。

[0034] 电路图如图 3 所示,

[0035]  $R_{20}, R_{21}, R_{22}, R_L$  为电阻;

[0036]  $R_{20}, R_{21}$  充当分压电阻,  $R_{22}$  为量程电阻;

[0037]  $R_L$  为负载;

[0038]  $C_{10}, C_{11}, CA_{101}, CA_{102}$  为电容;

[0039]  $UA_{101}$  为基准电源;

[0040]  $U_2$  为运算放大器;

[0041]  $Q_4$  为 PMOSFET 功率管;

[0042] +15V 为正 15V 电源电压, -15V 为负 15V 电源电压;

[0043]  $V_{REF5V}$  为基准电压源产生的 5V 基准电压;

[0044] 整个电路的框架为 5V 基准电压通过电阻  $R_{20}$  和电阻  $R_{21}$  分压, 在运算放大器同相输入端产生 +3V 电压, 于是在量程电阻  $R_{22}$  两端形成 +2V 的电压差, 进一步在量程上电阻  $R_{22}$  产生 1mA 的电流, 此电流经过从功率管  $Q_1$  的源极到漏极, 最终作为该压控电流源电路产生的输出电流加载到负载  $R_L$  上。

[0045] 以上说明书中描述的只是本发明的具体实施方式, 各种举例说明不对本发明的实质内容构成限制, 所属技术领域的普通技术人员在阅读了说明书后可以对以前所述的具体实施方式做修改或变形, 而不背离本发明的实质和范围。

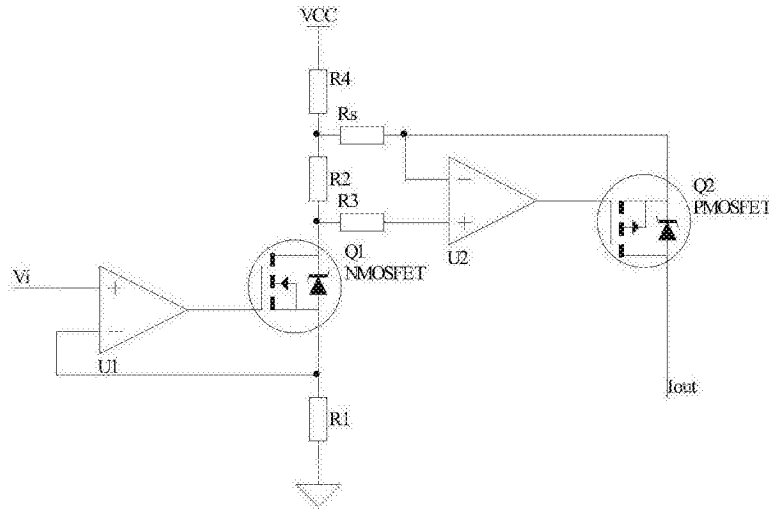


图1

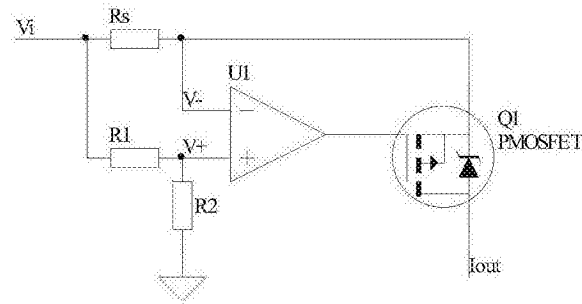


图2

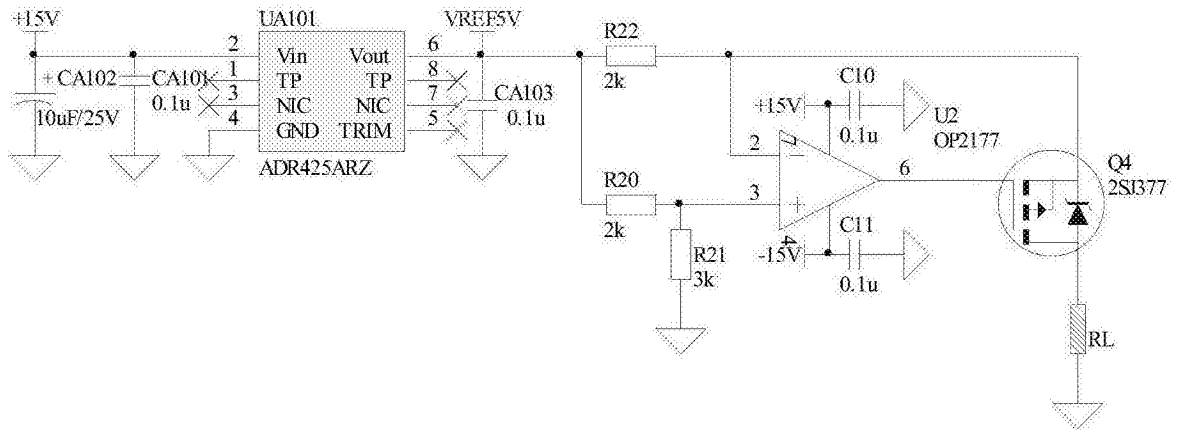


图3