

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03K 19/0175 (2006.01)

H03F 3/45 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610150934.9

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 100466474C

[22] 申请日 2006.10.25

[21] 申请号 200610150934.9

[73] 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街 92 号

[72] 发明人 王 华

[56] 参考文献

CN1166245A 1997.11.26

CN2524430Y 2002.12.4

JP2005-12581A 2005.1.13

US5642064A 1997.6.24

数字 V/I 转换器. 许红玉, 李斌. 自动化
仪表, 第 22 卷第 9 期. 2001

审查员 孙 艳

[74] 专利代理机构 哈尔滨市哈科专利事务所有限
责任公司

代理人 祖玉清

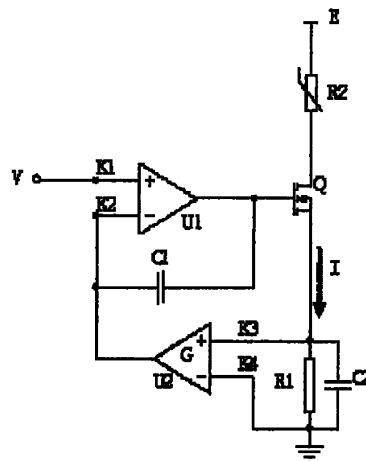
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称

电压至电流转换电路装置

[57] 摘要

本发明公开一种电压至电流转换电路装置。它包括运算放大器 U1, 晶体管 Q, 参考电阻 R1, 负载电阻 R2, 电源 E, 它还包括差分放大器 U2, 本电路中运算放大器 U1 的正相和反相输入端分别连接输入电压 V 和差分放大器 U2 的输出端; 运算放大器 U1 的输出端与晶体管 Q 的控制电极相连; 差分放大器 U2 的第一输入端 K3 与参考电阻 R1 相连; 晶体管 Q 的除控制电极外的另外两个电极分别与负载电阻 R2、参考电阻 R1 串联组成串联电路, 负载电阻 R2 的另一端与电源 E 相连, 参考电阻 R1 的另一端与差分放大器 U2 的第二输入端 K4 连接后接地。本电压至电流转换电路装置生成的电流具有较强的抗干扰能力, 尤其适用于电压至电流转换装置生成的电流较大的情况。



1. 一种电压至电流转换电路装置，它包括：运算放大器 (U1)，晶体管 (Q)，参考电阻 (R1)，负载电阻 (R2)，电源 (E)，其特征是：它还包括差分放大器 (U2)，本电路中运算放大器 (U1) 的正相和反相输入端分别连接输入电压 (V) 和差分放大器 (U2) 的输出端；运算放大器 (U1) 的输出端与晶体管 (Q) 的控制电极相连；差分放大器 (U2) 的第一输入端 (K3) 与参考电阻 (R1) 相连；晶体管 (Q) 的除控制电极外的另外两个电极分别与负载电阻 (R2)、参考电阻 (R1) 串联组成串联电路，负载电阻 (R2) 的另一端与电源 (E) 相连，参考电阻 (R1) 的另一端与差分放大器 (U2) 的第二输入端 (K4) 连接后接地。

2. 根据权利要求 1 所述的电压至电流转换电路装置，其特征是：所述的差分放大器 (U2) 是具有放大倍数为 G 的差分放大器。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电压至电流转换电路装置，其特征是：运算放大器 (U1) 的输出端和反相输入端连接有第一电容 (C1)。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述电压至电流转换电路装置，其特征是：参考电阻 (R1) 与第二电容 (C2) 并联。

5. 根据权利要求 3 所述电压至电流转换电路装置，其特征是：参考电阻 (R1) 与第二电容 (C2) 并联。

电压至电流转换电路装置

（一）技术领域

本发明涉及一种电路装置，特别是一种电压至电流转换电路装置。

（二）技术背景

在以往的电压至电流的转换电路装置中。例如专利申请号为 02226030.7，名称为“一种电压/电流转换电路”；专利申请号为 96191240.5，名称为“电压-电流转换电路装置”的专利文件中公开的电压至电流转换电路装置主要是由运算放大器 U1、晶体管 Q 和参考电阻 R1 组成的，图 1 给是其基本结构：晶体管 Q 的一端和参考电阻 R1 的串联结构组成的源跟随电路，电源 E 和负载 R2 以及晶体管 Q 的另一端相串联，运算放大器的输出端和晶体管的控制电极相连。经过负载 R2 的电流与经过参考电阻 R1 的电流基本上相等。在电路的工作期间，运算放大器的输出端使晶体管 Q 的控制电极的电位保持在这样的水平以使运算放大器的反相输入端的信号基本上等于运算放大器同相输入端的信号。从而达到基本上符合 $V = V_1 = R_1 \times I$ 的关系。在这里，V 是输入电压，R1 是参考电阻的电阻值，I 是通过参考电阻的电流，V1 是通过参考电阻 R1 的电流 I 在参考电阻 R1 上产生的参考电压。

采用图 1 或类似原理的电压 - 电流转换电路，存在如下问题，由于参考电阻 R1 较大，当需要产生的电流 I 较大时，电流 I 在参考电阻 R1 上产生的功耗 P 会随着电流的增大而增加；由于参考电阻 R1 较大，参考电阻上产生的参考电压 V1 影响负载 R2 的响应范围；在电路实际工作中，由于电源地的不稳定，或在参考电阻 R1 接地端与电源地之间有较长的连接导线的分布参数的存在，会出现干扰信号，干扰信号会出现在生成的电流中，影响输出电流的精度。

（三）发明内容

本发明的目的在于提供一种具有较强的抗干扰能力的电压至电流转换电路装置。

本发明的目的是这样实现的：它包括运算放大器 U1，晶体管 Q，参考电阻

R1, 负载电阻 R2, 电源 E, 它还包括差分放大器 U2, 本电路中运算放大器 U1 的正相和反相输入端分别连接输入电压 V 和差分放大器 U2 的输出端; 运算放大器 U1 的输出端与晶体管 Q 的控制电极相连; 差分放大器 U2 的第一输入端 K3 与参考电阻 R1 相连; 晶体管 Q 的除控制电极外的另外两个电极分别与负载电阻 R2、参考电阻 R1 串联组成串联电路, 负载电阻 R2 的另一端与电源 E 相连, 参考电阻 R1 的另一端与差分放大器 U2 的第二输入端 K4 连接后接地。

当电路工作的时候, 运算放大器 U1 的输出端的信号保持在使运算放大器的同相和反相输入端的信号基本上相等的电平上, 从而达到基本上符合 $V = G \times R1 \times I$ 的关系, 以使流过负载 R2 的电流基本上等于 $V / (G \times R1)$, 其中 G 为运算放大器开环放大增益。

如果电路在工作期间, 在晶体管 Q 和参考电阻 R1 组成的串联电路的接地端出现干扰信号, 则干扰信号会引起参考电阻两端电压的改变, 由于差分放大器具有差分放大能力, 上述干扰信号不会出现在差分放大器的输出端。因此, 电压至电流转换电路装置产生的电流几乎不出现干扰。

根据本电压至电流转换电路装置可以得到一些有利的结果, 其中的运算放大器和差动放大器是相对简单和便宜的放大器。

应该指出, 负载 R2, 晶体管 Q 和参考电阻 R1 的任意串联组合或重新排布等都是有效的, 并被本发明实施方式所包含。

已发现当运算放大器的输出端和反相输入端接入电容时, 能够进一步减小干扰, 在此, 电容装置作为高频干扰信号的滤波器。

已发现当参考电阻同电容装置并联时, 能够进一步减小干扰, 在此, 电容装置作为高频干扰信号的滤波器。

已发现差分放大器可以由若干通用运算放大器组成的电路实现, 也可以由具有差分放大功能的运算放大器实现。

本电压至电流转换电路装置生成的电流具有较强的抗干扰能力。适用于电压至电流转换装置生成电流的大小与输入电压的大小成比例变化的情况, 尤其适用于电压至电流转换装置生成的电流较大的情况。

(四) 附图说明

图 1 是以往的电压至电流转换电路装置的原理图。

图 2 是本发明的基本电路原理图。

图 3 是本发明的加入电容 C1 的电路原理图。

图 4 是本发明加入电容 C2 的电路原理图。

图 5 是本发明加入电容 C1 和 C2 的电路原理图。

(五) 具体实施方式

下面结合附图对本发明做进一步的说明：

结合图 2，运算放大器 U1 的正相和反相输入端分别连接输入电压 V 一端和差分放大器 U2 输出端；运算放大器 U1 的输出端与晶体管的控制电极相连；差分放大器 U2 的输入端 K3 与参考电阻 R1 相连；输入端 K4 接地。负载 R2，晶体管 Q，参考电阻 R1 组成的串联电路一端与电源相连，另一端接地。

当电路工作时，电压信号 V 由运算放大器同相输入端输入，根据运算放大器两个输入端“虚短”和输入端输入电流为零的原理，反相输入端的电压要等于同相输入端的电压，即输入信号 V。这样，流过参考电阻 R1 的电流 I 产生的电压经差分放大器 U2 放大 G 倍后，差分放大器的输出电压与输入信号 V 接近相等。由于电流 I 流过负载 R2 和场效应晶体管 Q 和参考电阻 R1，所以流过负载 R2 的电流与输入电压之间的关系为 $V/(G \times R1)$ 。

该装置与已知电压至电流转换电路装置相比，在相同电压至电流对应关系情况下，该装置参考电阻 R1 与已知电压至电流转换电路装置电阻阻值减小 G 倍，则相应参考电阻上产生的功耗减小 G 倍，在参考电阻上产生的电压差减小 G 倍。如果在电路工作期间，出现干扰信号并叠加到参考电阻接地端，由于差分放大器只放大参考电阻两端的电压差信号，则在参考电阻接地端存在的干扰，并不能影响电路的电流转换。

结合图 3，运算放大器 U1 的正相和反相输入端分别连接输入电压 V 一端和差分放大器 U2 输出端和电容 C1 一端；运算放大器 U1 的输出端与晶体管的控制电极和电容 C1 另一端相连；差分放大器 U2 的输入端 K3 与参考电阻 R1 相连；输入端 K4 接地。负载 R2，晶体管 Q，参考电阻 R1 组成的串联电路一端与电源相连，另一端接地。

该电路装置与图 2 所示电压至电流转换电路装置相比，运算放大器 U1 的输出端和反相输入端与电容 C1 相连，电容 C1 作为高频干扰信号的滤波器，能够

进一步减小干扰。

结合图 4，运算放大器 U1 的正相和反相输入端分别连接输入电压 V 一端和差分放大器 U2 输出端；运算放大器 U1 的输出端与晶体管的控制电极相连；差分放大器 U2 的输入端 K3 与 K4 分别连接 R1 和电容 C2 组成的并联电路的两端。输入端 K4 接地。负载 R2，晶体管 Q 组成的串联电路一端与电源相连，另一端与电阻 R1 和电容 C1 组成的并联电路相连。

该电路装置与图 2 电路装置相比，参考电阻 R1 和电容 C2 并联，在此电容 C2 作为高频干扰信号的滤波器，能够进一步减小干扰。

结合图 5，运算放大器 U1 的正相和反相输入端分别连接输入电压 V 一端和差分放大器 U2 输出端和电容 C1 一端；运算放大器 U1 的输出端与晶体管的控制电极和电容 C1 另一端相连；差分放大器 U2 的输入端 K3 与 K4 分别连接 R1 和电容 C2 组成的并联电路的两端。输入端 K4 接地。负载 R2，晶体管 Q 组成的串联电路一端与电源相连，另一端与电阻 R1 和电容 C1 组成的并联电路相连。

该电路装置与图 2、图 3、图 4 电路装置相比，运算放大器 U1 的输出端和反相输入端与电容 C1 相连，电容 C1 作为高频干扰信号的滤波器，能够进一步减小干扰。参考电阻 R1 和电容 C2 并联，在此电容 C2 作为高频干扰信号的滤波器，能够进一步减小干扰。

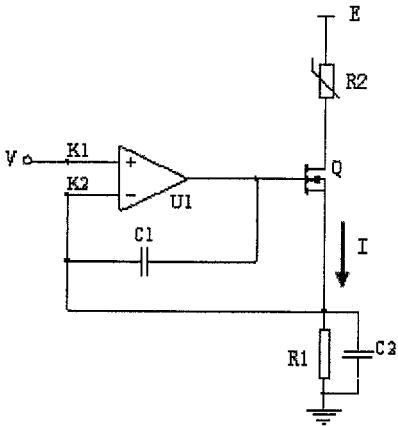


图 1

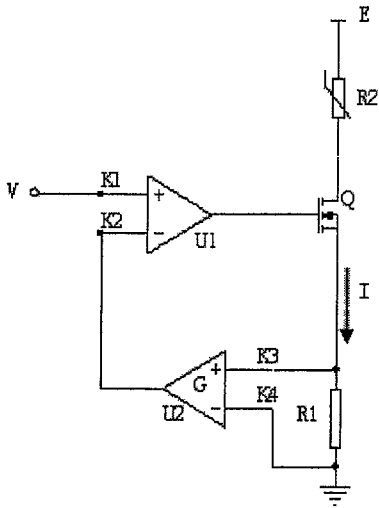


图 2

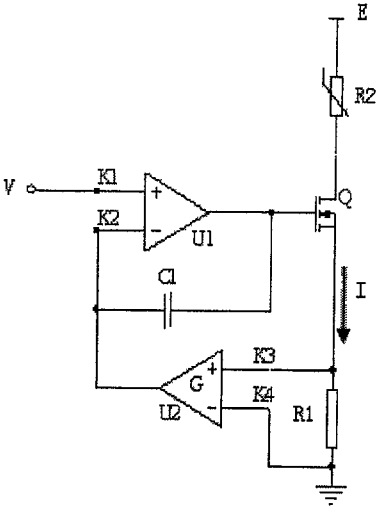


图 3

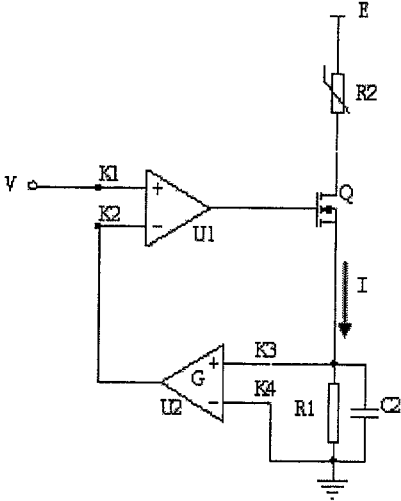


图 4

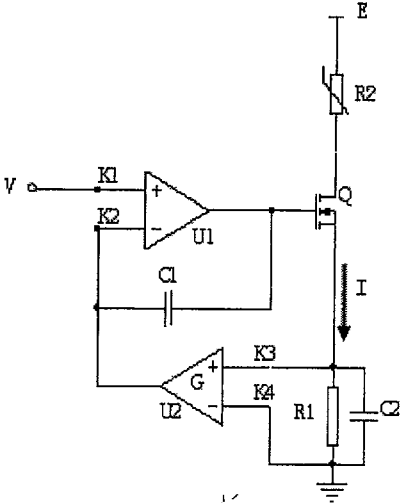


图 5