

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102006014 A

(43) 申请公布日 2011.04.06

(21) 申请号 201010529559.5

(22) 申请日 2010.11.03

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 宋克非 张佩杰

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

H03F 3/20 (2006.01)

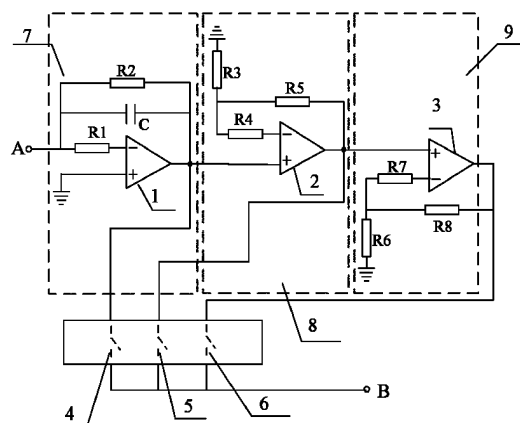
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路

(57) 摘要

一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路，涉及电子学领域，它解决空间光电测量仪器弱电流信号大范围放大的切换问题。包括第一级放大电路、第二级放大电路和第三级放大电路，还包括第一模拟开关、第二模拟开关和第三模拟开关；弱电流信号输入端与第一级放大电路的输入端连接，第一级放大电路的输出端分别与第二级放大电路的输入端、第一模拟开关的信号输入端连接；第二级放大电路的输出端分别与第三级放大电路的输入端、第二模拟开关的信号输入端连接，第三级放大电路的输出端与第三模拟开关的信号输入端连接；第一模拟开关的信号输出端、第二模拟开关的信号输出端和第三模拟开关的信号输出端同时与信号输出端连接。



1. 一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路,包括第一级放大电路(7)、第二级放大电路(8)和第三级放大电路(9),其特征是,它还包括第一模拟开关(4)、第二模拟开关(5)和第三模拟开关(6);弱电流信号输入端(A)与所述第一级放大电路(7)的输入端连接,所述第一级放大电路(7)的输出端分别与第二级放大电路(8)的输入端、第一模拟开关(4)的信号输入端连接;所述第二级放大电路(8)的输出端分别与第三级放大电路(9)的输入端、第二模拟开关(5)的信号输入端连接,第三级放大电路(9)的输出端与第三模拟开关(6)的信号输入端连接;所述第一模拟开关(4)的信号输出端、第二模拟开关(5)的信号输出端和第三模拟开关(6)的信号输出端同时与信号输出端(B)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路,其特征在于,所述第一级放大电路(7)包括第一放大器(1)、第一电阻(R1)、第二电阻(R2)和电容(C),所述弱电流信号输入端(A)通过第一电阻(R1)与第一放大器(1)的负输入端连接;所述第二电阻(R2)的一端与弱电流信号输入端(A)连接,第二电阻(R2)的另一端与第一放大器(1)的输出端连接,所述电容(C)与第二电阻(R2)并联连接;所述第一放大器(1)的正输入端接地;所述第一放大器(1)的负输入端作为第一级放大电路(7)的输入端,第一放大器(1)的输出端作为第一级放大电路(7)的输出端。

3. 根据权利要求1所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路,其特征在于,所述第二级放大电路(8)包括第二放大器(2)、第三电阻(R3)、第四电阻(R4)和第五电阻(R5),所述第四电阻(R4)的一端与第二放大器(2)的负输入端连接,第四电阻(R4)的另一端同时与第三电阻(R3)和第五电阻(R5)的一端连接,所述第三电阻(R3)的另一端接地,第五电阻(R5)的另一端与第二放大器(2)的输出端连接;所述第二放大器(2)的正输入端作为第二级放大电路(8)的输入端,第二放大器(2)的输出端作为第二级放大电路(8)的输出端。

4. 根据权利要求1所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路,其特征在于,所述第三级放大电路(9)包括第三放大器(3)、第六电阻(R6)、第七电阻(R7)和第八电阻(R8);所述第七电阻(R7)的一端与第三放大器(3)的负输入端连接,第四电阻(R4)的另一端同时与第六电阻(R6)和第八电阻(R8)的输出端连接;所述第六电阻(R6)的另一端接地,第八电阻(R8)的另一端与第三放大器(3)的输出端连接;所述第三放大器(3)的正输入端作为第三级放大电路(9)的输入端,第三放大器(3)的输出端作为第三级放大电路(9)的输出端。

一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电子学领域,具体涉及一种航空、航天用空间大动态范围光电测量仪器中的弱电流信号放大电路。

背景技术

[0002] 目前,弱电流放大电路是光电测量仪器的核心组成部分,众多大动态范围光电测量仪器电路主要包括:放大器,即前置放大器、主放大器、数字处理电路等。要进行大动态范围信号输入的测量,必须改变放大器的放大倍数,而放大器的放大倍数是通过改变放大器的反馈电阻来实现。因此,反馈电阻的大变化范围阻值切换是实现光电测量仪器大范围动态测量功能的核心部件。

[0003] 在地面上应用的光电测量仪器中,放大器反馈电阻的阻值可以采用继电器切换来改变,以改变放大器的放大倍数。但是在空间光电测量仪器应用中,继电器存在寿命问题,频繁的放大倍数改变操作会使继电器触点很快达到寿命失效,影响仪器的正常运行;而且,继电器失效后,无法更换维修;因此,继电器不能满足空间仪器长寿命、高可靠性的使用要求。虽然模拟开关可替代继电器的切换功能,但其在断开时不能做到阻值无穷大,会影响整机性能指标,从而限制了其在空间光电测量仪器中的应用。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有空间光电测量仪器中弱电流放大器实现大范围量程切换电路困难的问题,提供一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路。

[0005] 一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路,包括第一级放大电路、第二级放大电路和第三级放大电路,它还包括第一模拟开关、第二模拟开关和第三模拟开关;弱电流信号输入端与所述第一级放大电路的输入端连接,所述第一级放大电路的输出端分别与第二级放大电路的输入端、第一模拟开关的信号输入端连接;所述第二级放大电路的输出端分别与第三级放大电路的输入端、第二模拟开关的信号输入端连接,第三级放大电路的输出端与第三模拟开关的信号输入端连接;所述第一模拟开关的信号输出端、第二模拟开关的信号输出端和第三模拟开关的信号输出端同时与信号输出端连接。

[0006] 本发明的工作原理:本发明采用模拟开关对光电测量中弱电流信号放大电路量程的大范围切换控制;实现了对大动态范围弱电流的高性能放大,所述弱电流信号通过第一级放大电路的放大后,转换为电压信号,在所述的第一级放大电路的输出端输出一个电压值与输入电流信号成比例的电压信号,并将此电压信号作为一个可选量程信号连接到第一模拟开关的信号输入端,所述第一级放大电路的输出与输入的弱电流信号反相,并与第二级放大电路中的第二放大器的正输入端连接;所述第二级放大电路为比例放大电路,对第一级放大电路的输出的电压信号进一步放大;第二级放大电路的输出与输入同相,将输出的电压信号作为一个可选量程信号连接到第二模拟开关的信号输入端,第二级放大电路的输出端连接到第三级放大电路的第三放大器的正输入端;所述第三级放大电路为比例放大

电路,对第二级放大电路的输出电压信号进一步的放大,所述第三级放大电路的输出与输入同相,同样将输出的电压信号作为一个可选量程信号连接到第三模拟开关的输入端。

[0007] 所述每个模拟开关由地址信号控制,根据输入的弱电流信号的大小选择某一个模拟开关的信号输入端的信号,然后连接到输出信号端。而其它两个模拟开关的输入端的信号与输出端断开,并不影响输出信号的大小,也不会改变第一级放大电路、第二级放大电路以及第三级放大电路的工作状态。

[0008] 本发明的有益效果:本发明采用三个模拟开关对三个串联在一起的放大电路的输出进行切换,实现了光电测量中弱电流信号放大电路量程的大范围切换控制;所述模拟开关连接在放大电路的输出端,对三个放大电路的输出进行选通切换,而不是连接在放大电路的反馈回路中,避免了模拟开关漏电流对放大电路性能的影响;通过地址信号进行控制,实现了电路的软切换控制,本发明所述装置不含机械动作元件,响应速度快,电路结构简单,损耗小,寿命长,噪声干扰小,可靠性高;本发明装置是一种放大倍数切换控制灵活的大动态范围弱电流放大电路。

附图说明

[0009] 图1为本发明所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路的结构示意图;

[0010] 图2为本发明所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路的电路原理图。

[0011] 图中:1、第一放大器,2、第二放大器,3、第三放大器,4、第一模拟开关,5、第二模拟开关,6、第三模拟开关,7、第一级放大电路,8、第二级放大电路,9、第三级放大电路,A、弱电流信号输入端,B、信号输出端。

具体实施方式

[0012] 具体实施方式一、结合图1说明本实施方式,一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路,包括第一级放大电路7、第二级放大电路8和第三级放大电路9,它还包括第一模拟开关4、第二模拟开关5和第三模拟开关6;弱电流信号输入端A与所述第一级放大电路7的输入端连接,所述第一级放大电路7的输出端分别与第二级放大电路8的输入端、第一模拟开关4的信号输入端连接;所述第二级放大电路8的输出端分别与第三级放大电路9的输入端、第二模拟开关5的信号输入端连接,第三级放大电路9的输出端与第三模拟开关6的信号输入端连接;所述第一模拟开关4的信号输出端、第二模拟开关5的信号输出端和第三模拟开关6的信号输出端同时与信号输出端B连接。

[0013] 具体实施方式二、本实施方式与具体实施方式一所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路的区别在于,所述第一级放大电路7包括第一放大器1、第一电阻R1、第二电阻R2和电容C,所述弱电流信号输入端A通过第一电阻R1与第一放大器1的负输入端连接;所述第二电阻R2的一端与弱电流信号输入端A连接,第二电阻R2的另一端与第一放大器1的输出端连接,所述电容C与第二电阻R2并联连接;所述第一放大器1的正输入端接地;第一放大器1的正输入端作为第一级放大电路7的输入端,第一放大器1的输出端作为第一级放大电路7的输出端。

[0014] 本实施方式所述的第一级放大电路 7 为电流 - 电压转换电路, 主要作用是对输入的弱电流信号 i_A 进行积分, 然后按照一定的比例系数将弱电流信号 i_A 转换为电压信号; 所述第二电阻 R2 的阻值较大时, 第一级放大电路 7 对幅值很小的输入信号进行高精度的探测; 第二电阻 R2 的阻值较小时, 所述第一级放大电路 7 对输入信号进行快速变换。所述第二电阻 R2、电容 C、第一电阻 R1 的参数值根据系统的响应速度、转换精度、输入信号幅值综合来确定。所述第一级放大电路 7 的输出信号电压 u_{o1} 与输入的弱电流信号 i_A 的关系为:

$$[0015] \quad i_A = - \left(C \frac{du_{o1}}{dt} + \frac{1}{R_2} u_{o1} \right)$$

[0016] 式中 R_2 为第二电阻 R2 的阻值, t 为时间。

[0017] 具体实施方式三、本实施方式与具体实施方式一所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路的区别在于, 所述第二级放大电路 8 包括第二放大器 2、第三电阻 R3、第四电阻 R4 和第五电阻 R5, 所述第四电阻 R4 的一端与第二放大器 2 的负输入端连接, 第四电阻 R4 的另一端同时与第三电阻 R3 和第五电阻 R5 的一端连接, 所述第三电阻 R3 的另一端接地, 第五电阻 R5 的另一端与第二放大器 2 的输出端连接; 所述第二放大器 2 的正输入端作为第二级放大电路 8 的输入端, 第二放大器 2 的输出端作为第二级放大电路 8 的输出端。

[0018] 本实施方式所述的第二级放大电路 8 为同相比例放大电路, 所述经过第二级放大电路 8 输出信号电压 u_{o2} 与第一级放大电路 7 的输出信号电压 u_{o1} 的关系为:

$$[0019] \quad \frac{u_{o2}}{u_{o1}} = \frac{R_5}{R_3}$$

[0020] 式中 R_3 为第三电阻 R3 的阻值, R_5 为第五电阻 R5 的阻值。

[0021] 具体实施方式四、本实施方式与具体实施方式一所述的一种用于空间光电测量仪器的大动态范围弱电流放大电路的区别在于, 所述第三级放大电路 9 包括第三放大器 3、第六电阻 R6、第七电阻 R7 和第八电阻 R8; 所述第七电阻 R7 的一端与第三放大器 3 的负输入端连接, 第四电阻 R4 的另一端同时与第六电阻 R6 和第八电阻 R8 的输出端连接; 所述第六电阻 R6 的另一端接地, 第八电阻 R8 的另一端与第三放大器 3 的输出端连接; 所述第三放大器 3 的正输入端作为第三级放大电路 9 的输入端, 第三放大器 3 的输出端作为第三级放大电路 9 的输出端。

[0022] 本实施方式所述的第三级放大电路 9 为同相比例放大电路, 第三级放大路输出信号电压 u_{o3} 与第二级放大电路 8 输出信号电压 u_{o2} 的关系为:

$$[0023] \quad \frac{u_{o3}}{u_{o2}} = \frac{R_8}{R_6}$$

[0024] 式中 R_6 为第六电阻 R6 的阻值, R_8 为第八电阻 R8 的阻值。

[0025] 具体实施方式五、本实施方式为具体实施方式一的实施例:

[0026] 本实施方式所述的弱电流信号经过第一级放大电路 7 的滤波、放大, 然后经过第二级放大电路 8 及第三级放大电路 9 的两次放大, 取得很高的放大倍数。所述三个模拟开关可以选择第一级放大电路 7、第二级放大电路 8 和第三级放大电路 9 的输出信号中的某一个信号作为系统的输出信号, 最终实现对弱电流信号 i_A 的不同倍数的放大。

[0027] 当输入弱电流信号 i_A 的幅值较小时, 所述第一级放大电路 7、第二级放大电路 8 输

出信号的幅值相对过小,不满足后续 A/D 变换的最佳取值范围,而第三级放大电路 9 的输出信号与第一级放大电路 7 和第二级放大电路 8 的输出信号相比具有更大的幅值,将第三级放大电路 9 的输出信号作为后续 A/D 变换的输入能够取得较优的精度性能的电压信号。所述模拟开关在地址控制信号作用下将第三级放大电路 9 的输出端与第三模拟开关 6 的输入端连接,所述第三模拟开关 6 的输出端作为信号输出端 B。

[0028] 当输入弱电流信号 i_A 的幅值适中时,将所述弱电流信号 i_A 与后续 A/D 变换的最佳取值范围相比,所述第一级放大电路 7 的输出信号的幅值过小,而第三级放大电路 9 的输出信号幅值过大或者饱和,只有第二级放大电路 8 输出信号的幅值能够满足 A/D 变换的最佳取值范围。所述第二模拟开关 5 在地址控制信号作用下将第二级放大电路 8 的输出端与第二模拟开关 5 的信号输入端连接,所述第二模拟开关 5 的输出端作为信号输出端 B。

[0029] 当输入弱电流信号 i_A 的幅值较大时,将所述弱电流信号 i_A 与后续 A/D 变换的最佳取值范围相比,所述第一级放大电路 7 输出的幅值就能够满足 A/D 变换的最佳取值范围,而第二级放大电路 8、第三级放大电路 9 输出信号的幅值过大,甚至会饱和。所述第一模拟开关 4 在地址控制信号作用下将第一级放大电路 7 的输出端与第一模拟开关 4 的输入端连接,所述第一模拟开关 4 的输出端作为信号输出端 B。

[0030] 在任意一个时刻,模拟开关只能选择第一级放大电路 7、第二级放大电路 8、第三级放大电路 9 输出信号的某一个信号作为输出信号。所述三个模拟开关对每个放大电路的输出信号进行切换,此过程与放大电路的反馈回路无关,同时避免了模拟开关内阻值不是无穷大这一因素对系统性能的不利影响,而且对切换噪声具有很强的抑制作用。模拟开关对放大电路的输出进行选通切换,而不是连接在放大电路的反馈回路中,避免了模拟开关漏电流对放大电路性能的影响,结合图 2, R_a 为调零电阻,用于对输入的信号阻值进行调零。

[0031] 本实施方式所述的模拟开关为电子器件,所述模拟开关的型号为 AD7551,控制器 CPU 根据输入弱电流信号 i_A 的大小范围确定放大电路的放大倍数范围,通过地址控制信号实现对第一级放大电路 7、第二级放大电路 8、第三级放大电路 9 输出的信号分别选通。

[0032] 本实施方式所述的每个参数的选择还需要进一步根据系统的整体带宽、频率以及放大倍数的要求,结合输入信号幅值范围,经过理论计算、仪器实际调试确定,并在实际应用时根据测试数据进行调整。

[0033] 本发明除了上述实施例所述的内容外,可采用的器件参数的取值应视具体应用情况而定。

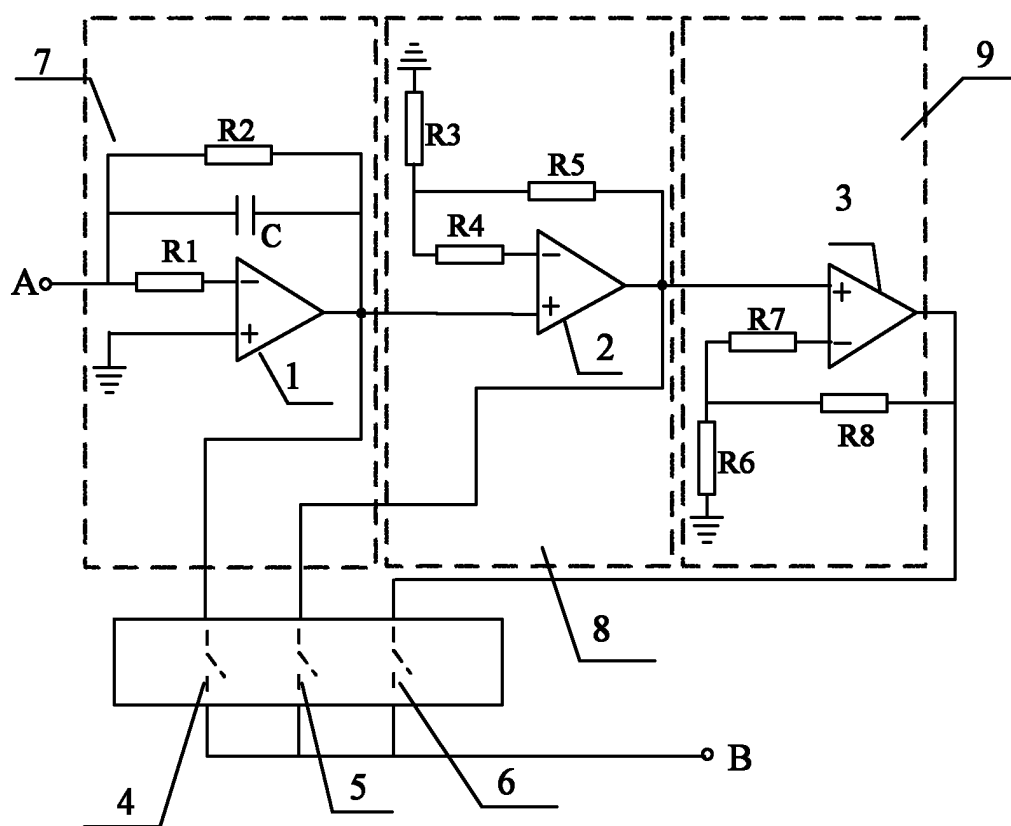


图 1

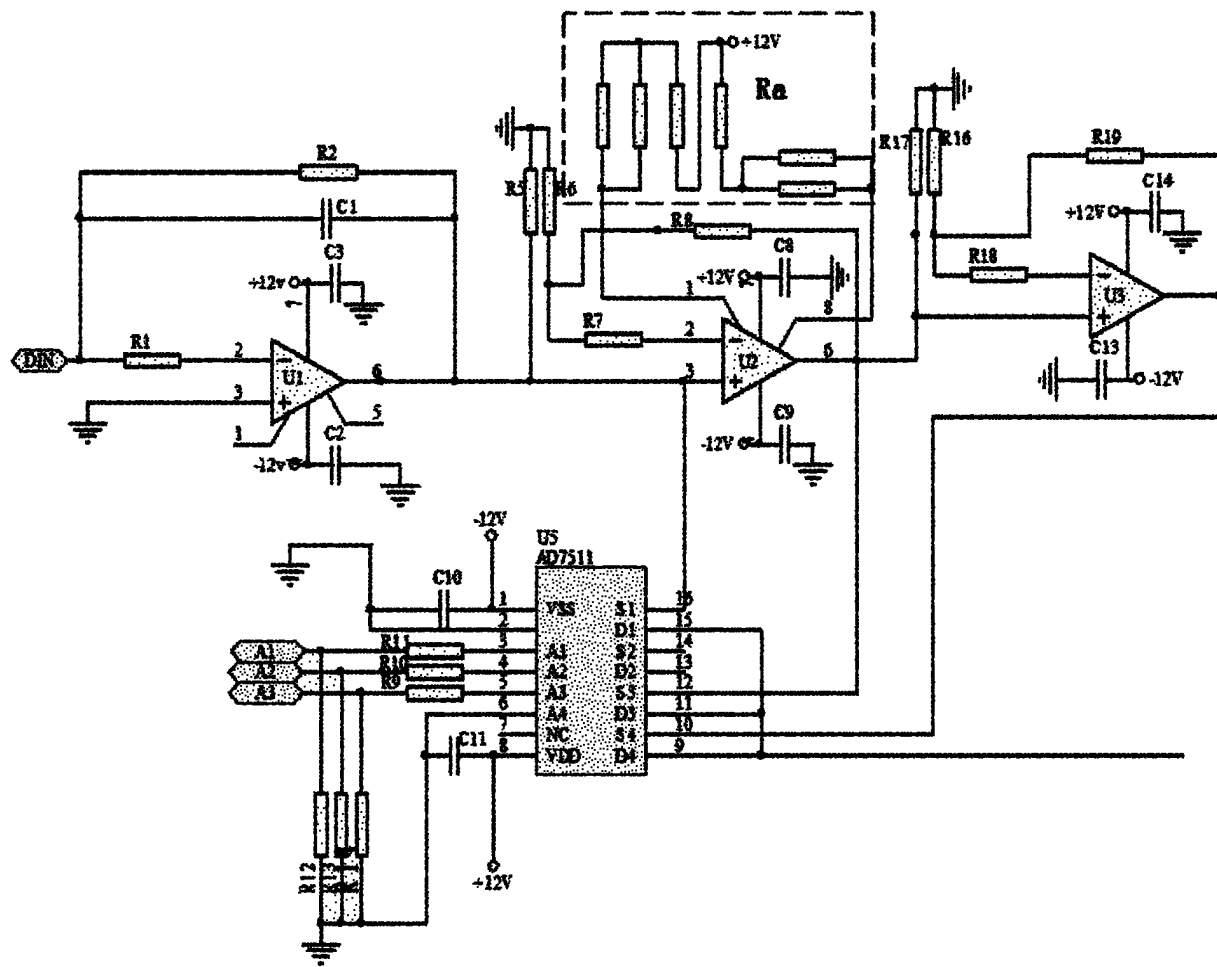


图 2