



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102355211 A

(43) 申请公布日 2012.02.15

(21) 申请号 201110218901.4

(22) 申请日 2011.08.02

(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 龙科慧 吕世良 王国良 杨亮

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 刘树清

(51) Int. Cl.

H03F 3/45(2006.01)

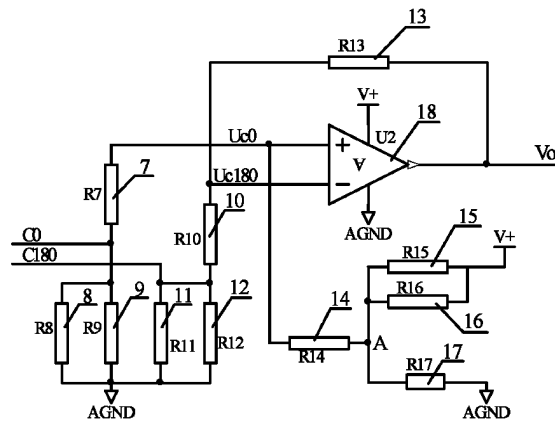
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种航天级光电编码器的信号前置放大电路

(57) 摘要

一种航天级光电编码器的信号前置放大电路属于光电传感器技术领域中的信号放大电路。解决的技术问题:提供一种航天级光电编码器的信号放大电路。技术方案包括第一至第三正向输入电阻,第一至第三反向输入电阻,负反馈电阻;第一至第四偏压设置电阻,放大器;第二与第三正、反向输入电阻分别并联一端接地,另一端分别与第一正、反向输入电阻串联,第一正、反向输入电阻另一端与放大器+、-向输入相连;反馈电阻一端接放大器输出,另一端接放大器-向输入;第二与第三偏压电阻并联后一端接正电源V+,另一端与第四偏压电阻串联,第四偏压电阻另一端接地,第一偏压电阻一端接放大器+向输入,另一端接第二、第三和第四偏压电阻连接点A。



1. 一种航天级光电编码器的信号前置放大电路,包括负反馈电阻(13)、放大器(18);其特征在于还包括第一正向输入电阻(7)、第二正向输入电阻(8)、第三正向输入电阻(9)、第一反向输入电阻(10)、第二反向输入电阻(11)、第三反向输入电阻(12)、第一偏压设置电阻(14)、第二偏压设置电阻(15)、第三偏压设置电阻(16)、第四偏压设置电阻(17);第二正向输入电阻(8)与第三正向输入电阻(9)并联后一端接地,另一端与第一正向输入电阻(7)的一端串联,第一正向输入电阻(7)的另一端与放大器(18)的+向输入引脚相连;第二反向输入电阻(11)与第三反向输入电阻(12)并联后一端接地,另一端与第一反向输入电阻(10)的一端串联,第一反向输入电阻(10)的另一端与放大器(18)的-向输入引脚相连;负反馈电阻(13)的一端接放大器(18)的输出引脚相连,另一端接放大器(18)的-向输入引脚相连;第二偏压设置电阻(15)与第三偏压设置电阻(16)并联后的一端接正电源 V^+ ,另一端与第四偏压设置电阻(17)串联,构成分压电路,第四偏压设置电阻(17)的另一端接地,第一偏压设置电阻(14)的一端接放大器(18)的+向输入引脚,另一端接第二偏压设置电阻(15)、第三偏压设置电阻(16)和第四偏压设置电阻(17)的连接点A。

一种航天级光电编码器的信号前置放大电路

技术领域

[0001] 本发明属于光电传感器技术领域中涉及的一种航天相机调焦机构中使用的光电编码器的信号前置放大电路。

背景技术

[0002] 航天产品对可靠性要求极为苛刻,电子元器件的选择范围较窄。一些可调整元器件(如:电位器)是不允许上天的,造成部分原有技术成熟的电路不可用。而原有电路通常都是经过实验验证可靠性较高、设计简单、调整方便、成本较低的电路。编码器的前置放大电路就属于这类电路,其作用是将光电编码器输出的大小不同的各路光电流信号转换、调整成幅值相同的电压信号并进行放大。放大电路中的可调整元件,将编码器信号按要求调整,使电路系统对编码器精度的影响减少到最小(忽略不计)。航天产品通常要求体积小、重量轻。因此,在满足航天产品功能、性能的前提下,设计可替换原有的、体积无明显增加、不影响编码器精度的电路,确保系统的可靠性就显得尤为重要。

[0003] 通常编码器放大电路的设计遵循以下原则:

[0004] ①在满足要求的前提下,电路简单、调整方便、体积小、成本低;

[0005] ②为减小电路体积,放大器采用单电源供电方式,供电电压为 V^+ 。输出为正弦信号,幅值对称于 $\frac{V^+}{2}$ 。因此,有偏置设置电路,将放大器输出直流工作电平调整到 $\frac{V^+}{2}$,且偏

离 $\frac{V^+}{2}$ 的量(剩余直流分量)越小对编码器精度的影响就越小;

[0006] ③由于编码器输出的光电流信号大小不同,在将电流信号转换成电压信号的同时还要将其幅值调整成大小一致。

[0007] ④放大电路采用差分输入形式,当输入信号发生变化(如:更换编码器或光电器件)时,放大电路随之调整的环节较少。

[0008] 与本发明最为接近的已有技术,是中国科学院长春光学精密机械与物理研究所开发的一种调焦编码器前置放大器电路,如附图1所示:包括正向输入电位器1、负向输入电位器2、负反馈电阻3、偏置电阻4、偏置调整电位器5、放大器6;其中,正向输入电位器1的中心抽头与编码器输出光电流信号C0相连,一端接地(AGND),另一端与放大器6的+向输入引脚相连;负向输入电位器2的中心抽头与编码器输出光电流信号C180相连,一端接地,另一端接放大器6的-向输入引脚相连;负反馈电阻3的一端与放大器6的输出引脚相连,另一端接放大器6的-向输入引脚相连;偏置电阻4的一端接放大器6的+向输入引脚,另一端与偏置调整电位器5的中心抽头相连;偏置调整电位器5的一端接地(AGND),另一端接正电源(V^+),中心抽头与偏置电阻4的一端相连。

[0009] 在使用放大器前应先设定其直流工作电平,首先,断开编码器光电信号;其次,加

电后改变偏置调整电位器 5 的阻值,使无编码器信号时放大器输出的直流电平值为 $\frac{V^+}{2}$ 。

[0010] 光电编码器输出的两路相位相差 180° 的正弦光电流信号 C0、C180 分别经正向输入端电位器 1、负向输入端电位器 2 转换成电压信号。编码器输出光电流信号大小不同,通过调整电位器 1 和电位器 2 的阻值可改变电压信号的幅值,使放大器 6 正向端输入电压信号 U_{C0} 与负向端输入电压信号 U_{C180} 幅值相等,经放大器 6 差分放大后输出正弦信号 V_o 。要求放大电路工作在线性区,输出信号 V_o 满幅、无失真现象产生。

[0011] 该电路虽然可靠性较高、设计简单、调整方便、成本低。但是也存在一定的不足:电路中有可调整元器件-电位器 1、电位器 2 以及偏置调整电位器 5,不满足航天使用要求。

发明内容

[0012] 为了克服已有技术存在的缺陷,本发明的目的在于在满足航天产品功能、性能的前提下,设计出一种可替代原有技术的结构简单、适应性强、尺寸无明显增大、可靠实用的电路。

[0013] 本发明要解决的技术问题是:提供一种航天级光电编码器的信号前置放大电路。

[0014] 解决技术问题的技术方案如图 2 所示:包括第一正向输入电阻 7、第二正向输入电阻 8、第三正向输入电阻 9,第一反向输入电阻 10、第二反向输入电阻 11、第三反向输入电阻 12,负反馈电阻 13、第一偏压设置电阻 14、第二偏压设置电阻 15、第三偏压设置电阻 16,第四偏压设置电阻 17,放大器 18;其中,第二正向输入电阻 8 与第三正向输入电阻 9 并联后一端接地 (AGND),另一端与第一正向输入电阻 7 的一端串联,第一正向输入电阻 7 的另一端与放大器 18 的 + 向输入引脚相连;第二反向输入电阻 11 与第三反向输入电阻 12 并联后一端接地,另一端与第一反向输入电阻 10 的一端串联,第一反向输入电阻 10 的另一端与放大器 18 的 - 向输入引脚相连;负反馈电阻 13 的一端接放大器 18 的输出引脚相连,另一端接放大器 18 的 - 向输入引脚相连;第二偏压设置电阻 15 与第三偏压设置电阻 16 并联后的一端接正电源 V^+ ,另一端与第四偏压设置电阻 17 串联,构成分压电路,第四偏压设置电阻 17 的另一端接地,第一偏压设置电阻 14 的一端接放大器 18 的 + 向输入引脚,另一端接第二偏压设置电阻 15、第三偏压设置电阻 16 和第四偏压设置电阻 17 的连接点 A。

[0015] 工作原理说明:由于不能使用可调电位器,只能通过选配标准阻值的电阻替换电位器。放大电路设计中,采取了如下措施:

[0016] 首先,本申请使用了三个标准值电阻替换一个输入电位器,即电阻 7、电阻 8、电阻 9 替换已有技术中是电位器 1,电阻 10,电阻 11,电阻 12 替换已有技术中是电位器 2,其中电阻 7、电阻 10 为标准固定值 $15K\Omega$ 电阻,因此只要对电阻 8 和电阻 9、电阻 R11 和电阻 R12 进行选配。设计要求电阻 $7 \gg$ 电阻 $8//$ 电阻 9 (电阻 8 与电阻 9 并联),电阻 $10 \gg$ 电阻 $11//$ 电阻 12 (电阻 11 与电阻 12 并联)。这样,当改变电阻 8 和电阻 9、电阻 R11 和电阻 R12 的值时,对放大电路输入阻抗的影响很小,放大电路正向输入等效电阻:

$$[0017] \quad R_{ip} = (R7+R8//R9)//(R14+R15//R16//R17) \quad (1)$$

[0018] 由于 $R14 \gg R15//R16//R17$, $R7 \gg R8//R9$, 式 (1) 近似为:

$$[0019] \quad R_{ip} \approx R7//R14 \quad (2)$$

[0020] 放大器反向输入等效电阻:

$$[0021] \quad R_{in} = (R_{10} + R_{11} // R_{12}) // R_{13} \quad (3)$$

[0022] 由于 $R_{10} \gg R_{11} // R_{12}$ 时, 式 (3) 近似为:

$$[0023] \quad R_{in} \approx R_{10} // R_{13} \quad (4)$$

[0024] 由于设计选择 $R_7 = R_{10}$, $R_{13} = R_{14}$, 因此有: $R_{ip} \approx R_{in}$ 放大电路的正、负输入两端的等效电阻近似相等, 接近理想运算放大器模型, 可有效地抑制共模干扰对电路的影响。

[0025] 其次, 在设计中增加负反馈电阻 13 的阻值, 加大了放大器的放大倍数 (是原有技术的 1.6 倍), 这样可以将电阻 8 // 电阻 9 的阻值范围减小至, 使电阻 7 \gg 电阻 8 // 电阻 9, 这样放大电路的增益:

$$[0026] \quad A_f = \frac{R_{13}}{R_7 + R_8 // R_9}$$

[0027] 由于电阻 7 \gg 电阻 8 // 电阻 9, 近似有 $A_f \approx \frac{R_{13}}{R_7}$, 接近理想运算放大器模型, 当更换电阻 8 与电阻 9 时, 对放大电路的增益 A_f 的影响很小。

[0028] 最后, 设计要求: 偏置电阻 14 = 反馈电阻 13 = 偏置电阻 15, 电阻 14 \gg 电阻 16,

电阻 16 = 电阻 17。主要原因是, 放大电路输出的直流偏置电平 $\frac{V^+}{2}$ 近似与图 2 中 A 点电压

相等, 选择电阻 14 \gg 电阻 16, 一方面保持放大器 +、- 两端输入电阻相等, 另一方面可以减少电阻 14 对电阻 14 // 电阻 15 与电阻 17 组成的分压电路的分流, 保证 A 点电压稳定在

$$\frac{V^+}{2}。$$

[0029] 本发明的积极效果:

[0030] 1 电路简单, 较易调整, 可靠性好 (电阻的可靠性远高于电位器);

[0031] 2 后配电阻选用小封装形式的标准阻值电阻 (如: 0805 封装), 放大电路整体尺寸无增加, 电路体积小;

[0032] 3 可用于军工、航天对可调整器件有限制的产品中。

附图说明

[0033] 图 1 是已有技术的电路结构示意图;

[0034] 图 2 是本发明的电路结构示意图;

具体实施方式

[0035] 本发明按图 2 所示的结构实施, 其中:

[0036] 放大器 18 采用美国国家半导体公司生产的宇航级通用运放 LM158;

[0037] 电阻 R7、电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10、电阻 R11、电阻 R12、电阻 R13、电阻 R14、电阻 R15、电阻 R16 和电阻 R17 采用国产 0805 封装宇航级电阻。

[0038] 电阻 R7 和电阻 R10 的阻值为 15K Ω ;

[0039] 电阻 R13、电阻 R14 和电阻 R15 的阻值为 240K Ω ;

[0040] 电阻 R16 和电阻 R17 的阻值为 5.6K Ω ;

[0041] 电阻 R8、电阻 R9、电阻 R11 和电阻 R12 为后选配电阻,选配过程:

[0042] (1) 用两个电位器(中心抽头与一端短路)分别替代需选配的电阻(R8//R9、R11//R12),调整电位器阻值使编码器信号满足使用要求;

[0043] (2) 用万用表测量电位器此时的电阻值;

[0044] (3) 计算选择 R8、R9 和 R11、R12,使 R7//R8、R10//R11 与电位器阻值相等。

[0045] 电阻选配后,放大电路即可与编码器机械头连接工作,将机械头输出光电信号转换成幅值相同电压信号,并放大输出给后续处理电路。

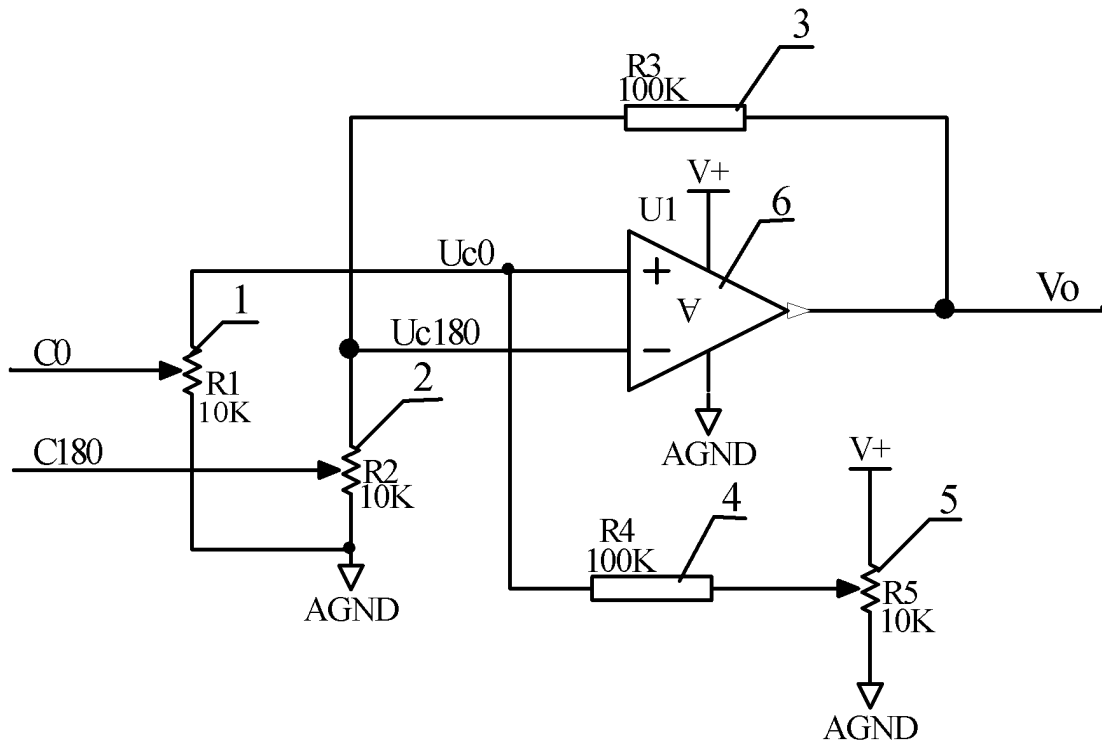


图 1

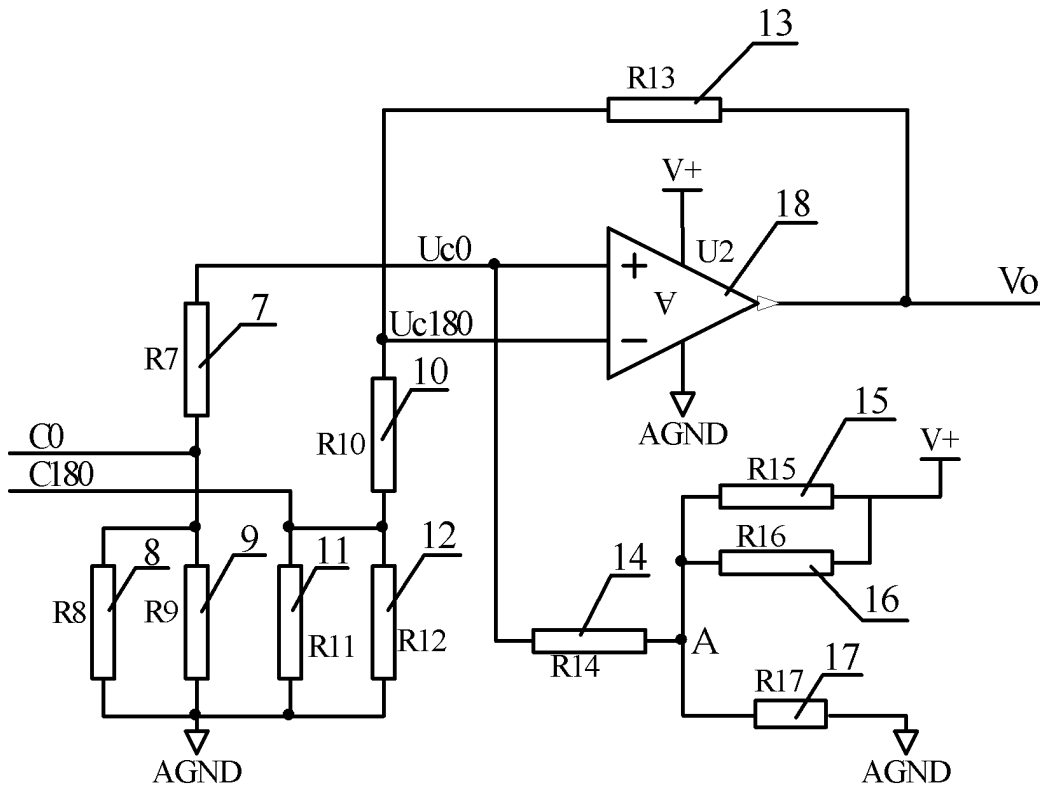


图 2