

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01D 5/26 (2006.01)

G01D 5/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810050582.9

[43] 公开日 2008年8月27日

[11] 公开号 CN 101251391A

[22] 申请日 2008.4.10

[21] 申请号 200810050582.9

[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16号

[72] 发明人 熊文卓 罗刚

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 刘树清

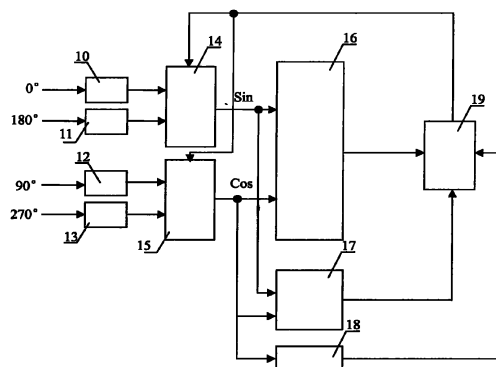
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称

一种光电轴角编码器信号幅值和相位自动补偿电路

[57] 摘要

一种光电轴角编码器信号幅值和相位自动补偿电路，属于光电检测技术领域涉及的一种光电信号补偿电路，要解决的技术问题是，提供一种光电轴角编码器信号幅值和相位自动补偿电路。解决的技术方案包括第一、第二可变增益差分放大电路、峰值检测电路、锁相环和 Arm 处理器；第一、第二电位计的输出端与第一可变增益差分放大电路的输入端连接；第三、第四电位计的输出端与第二可变增益差分放大电路的输入端连接；第一、第二可变增益差分放大电路的输出端与锁存器、峰值检测电路连接；第二可变增益差分放大电路的输出端与锁相环连接；锁存器、峰值检测电路、锁相环的输出端均与 Arm 处理器连接；Arm 处理器与第一、第二可变增益差分放大电路连接。



1. 一种光电轴角编码器信号幅值和相位自动补偿电路，包括电位计、锁存器，其特征在于还包括第一可变增益差分放大电路（14）、第二可变增益差分放大电路（15）、峰值检测电路（17）、锁相环（18）和 Arm 处理器（19）；与 0° 信号相连的第一电位计（10）的输出端和与 180° 信号相连的第二电位计（11）的输出端分别与第一可变增益差分放大电路（14）的输入端相连接；与 90° 信号相连的第三电位计（12）的输出端和与 270° 信号相连的第四电位计（13）的输出端分别与第二可变增益差分放大电路（15）的输入端相连接；第一可变增益差分放大电路（14）和第二可变增益差分放大电路（15）的输出端分别与锁存器（16）的输入端相连接，同时也分别与峰值检测电路（17）的输入端连接，另外，第二可变增益差分放大电路（15）的输出端与锁相环（18）相连接；锁存器（16）、峰值检测电路（17）、锁相环（18）的输出端均与 Arm 处理器（19）相连接；Arm 处理器（19）的输出端分别与第一可变增益差分放大电路（14）和第二可变增益差分放大电路（15）相连接。

一种光电轴角编码器信号幅值和相位自动补偿电路

技术领域

本发明属于光电检测技术领域涉及的一种光电轴角编码器光电信号的幅值和相位补偿电路。

背景技术

高精度光电轴角编码器是目前应用较为广泛的精密角位移传感器。由于光电器件本身对环境温度较为敏感，当环境温度变化较大或者是经过长期的存放和使用后，编码器光电信号的幅值会发生比较大的改变，实验证明，+60℃时输出的信号幅值约为常温（+20℃）时的1.1倍，而-60℃时输出信号的幅值是常温时的0.7倍，幅值变化率高达40%。而光电信号幅值是影响轴角编码器精度的重要因素之一。光电信号的正交性也会受到环境和装调工艺的影响，影响了编码器的输出精度。因此，保证光电轴角编码器光电信号幅值和相位关系的稳定性是业内人士十分关心的话题。

在已有的技术中，与本发明最为接近的已有技术是中科院长春光学精密机械与物理研究所研制开发的轴角编码器电子学细分电路，如图1所示，包括可调电位计1，可调电位计2，可调电位计3，可调电位计4，第一差分放大器5，第二差分放大器6和锁存器7以及单片机8。其中，0°信号和180°信号分别经过可调电位计1和可调电位计2后进入第一差分放大器5放大形成Sin路信号；90°信号和

270° 信号分别经过可调电位计 3 和可调电位计 4 后进入第二差分放大器 6 放大形成 Cos 路信号；两路信号经过锁存器 7 锁存后，直接进入集成有 A/D 功能的单片机 8 进行细分。

当环境温度变化时，编码器光电发射器件和接受器件的参数发生变化，使得光电信号幅值随之发生改变，影响了高精度编码器的测角精度。为了保证编码器在不同温度下的测角精度，通常采用人工手动调节 0° 信号、180° 信号、90° 信号、270° 信号可调电位计 1—4 的办法来调整细分信号的幅值，以补偿由于温度而产生的幅值误差。这种方法需要专业人员操作，效率底，费时费力，不能满足野外条件下对产品使用和维护的要求。另外，由于信号的相位关系要求非常严格，这不但为编码器的装调带来很大的困难，而且一旦在使用过程中相位关系有微小的改变就必须由专业人员对编码器的机械结构从新进行调整，严重影响了编码器的使用。

发明内容

为了克服已有技术的缺陷，本发明的目的在于解决光电信号幅值由于环境温度改变而产生变化的现象，同时还能够调节编码器光电信号的相位关系，提高编码器的信号正交性，从而降低装调难度。

本发明要解决的技术问题是，提供一种光电轴角编码器信号幅值和相位自动补偿电路。

解决技术问题的技术方案如图 2 所示，包括第一电位计 10、第二电位计 11、第三电位计 12、第四电位计 13、第一可变增益差分放大电路 14、第二可变增益差分放大电路 15、锁存器 16、峰值检测电

路 17、锁相环 18 和 Arm 处理器 19。

与 0° 信号相连的第一电位计 10 的输出端和与 180° 信号相连的第二电位计 11 的输出端分别与第一可变增益差分放大电路 14 的输入端相连接,使得 0° 信号和 180° 信号经过第一电位计 10 和第二电位计 11 转变为电压信号后进入第一可变增益差分放大电路 14,经差分放大后形成 Sin 路信号;与 90° 信号相连的第三电位计 12 的输出端和与 270° 信号相连的第四电位计 13 的输出端分别与第二可变增益差分放大电路 15 的输入端相连接,使 90° 信号和 270° 信号经过第三电位计 12 和第四电位计 13 转变为电压信号后进入第二可变增益差分放大电路 15,经差分放大后形成 Cos 路信号。第一可变增益差分放大电路 14 和第二可变增益差分放大电路 15 的输出端分别与锁存器 16 的输入端相连接,同时也分别与峰值检测电路 17 的输入端连接,另外,第二可变增益差分放大电路 15 的输出端与锁相环 18 相连接,使得 Sin 路信号和 Cos 路信号进入锁存器 16 锁存,并同时进入峰值检测电路 17,且 Cos 路信号进入锁相环 18 进行锁相倍频。锁存器 16、峰值检测电路 17、锁相环 18 的输出端均与 Arm 处理器 19 相连接,利用 Arm 处理器 19 对信号进行处理。Arm 处理器 19 的输出端分别与第一可变增益差分放大电路 14 和第二可变增益差分放大电路 15 相连接,即利用 Arm 处理器 19 对两个可变增益差分放大电路进行控制。其中,峰值检测电路 17 用于检测两路信号的峰值;锁相环 18 用于对 Cos 路信号进行信号锁定倍频,并以此为触发信号对 Sin 路信号和 Cos 路信号进行 A/D 转换,将模拟量数字化后,进行相位检测和补偿。

在幅值补偿中，Arm 处理器 19 检测到幅值后，将此幅值与标准幅值相比较，不断修正第一可变增益差分放大电路 14 和第二可变增益差分放大电路 15 的放大倍数，使信号幅值满足要求；在相位补偿中，采用在检测状态中检测相位偏差→存储相位偏差→实际工作中补偿偏差的思路，在检测状态中检测到相位误差后在工作状态中补偿该误差。

电路的工作原理为：第一可变增益差分放大电路 14 和第二可变增益差分放大电路 15 分别对各路信号进行差分放大，得到 Sin 路信号和 Cos 路信号。在信号幅值检测补偿过程中，峰值检测电路 17 对两路信号进行峰值检测，将检测到的两路信号的峰值送入集成有 A/D 转换器件的 Arm 处理器 19 中，Arm 处理器 19 通过一定的算法，将反馈量送入到第一可变增益差分放大电路 14 和第二可变增益差分放大电路 15 中，改变两个差分放大电路的放大倍数，使得两路信号幅值与标准的信号幅值更加符合，不断重复此过程，最后使得两路信号的幅值达到标准要求，从而完成信号的幅值补偿过程；在相位检测过程中，由锁相环 18 对 Cos 路（因为 Sin 路和 Cos 路信号的频率一样，所以也可以是 Sin 路）信号进行倍频，例如 100 倍频，以此作为 Arm 处理器 19 对两路信号的采样信号，通过一定的算法，计算出两路信号的相位偏差，然后在细分工作过程中对由于相位偏差而引起的细分误差进行软件补偿。

在幅值补偿中，最重要的是幅值检测电路的精度，峰值检测电路 17 的示意图如图 3 所示。信号由输入端进入，从输出端就可直接得

到信号在一定时间内的峰值，选取适当电容和电阻，可以精确的得到光电轴角编码器光电信号的峰值。

幅值补偿的软件流程如图 4 所示。在幅值补偿子程序当中，Arm 处理器 19 通过 A/D 转换得到信号的实际幅值值，然后与标准的信号幅值值做比较，如果差值不满足要求，Arm 处理器 19 对两个可变增益差分放大电路 14 和 15 进行调节。重复此过程，使得最后实际信号幅值与标准信号幅值基本一致，从而完成幅值补偿。

相位补偿按图 5 所示方式进行，整个过程分为相位检测状态和工作补偿状态。在相位检测状态中，Sin 路和 Cos 两路信号在锁相环 18 提供的采样同步信号下进入集成有 A/D 转换器件的 Arm 处理器 19 中进行多次采样（本发明在一个信号周期内采样 100 次），并将采样值存储到 Arm 处理器 19 中。Arm 处理器 19 对两路信号 100 次采样所得的值做一定算法的运算，即能得到两路信号的相位偏差值，并存储到 Arm 处理器 19 中；在工作补偿状态中，软件首先利用存储在 Arm 处理器 19 中的相位偏差值对 Sin 信号和 Cos 路信号的实际采样值做调整补偿，然后利用此调整补偿后的两路信号值取代两路信号的实际采样值进入编码器细分程序中进行细分运算，即可以减小由相位偏差带来的编码器细分误差。

其中，相位差的计算方法是将两路信号各自在一个信号周期内的 100 个采样值进行点积运算，其运算结果于两路信号的相位偏差成正比关系，由此可得两路信号的相位偏差；相位偏差的补偿是利用在相位检测状态中检测到并存储在 Arm 处理器 19 中相位偏差，根据泰勒

级数展开定理，对两路信号中的其中一路（本发明使用 Cos 路）进行泰勒级数展开，得到能与另外一路信号（本发明中的 Sin 路）相正交的信号的值得，利用此值得取代实际的 Cos 路信号采样值得与 Sin 路信号采样值得一起参加编码器细分运算，从而使两路信号的正交性提高。

锁相环 18 用于对输入信号的锁相倍频，所得到的信号作为 A/D 器件对信号做采样的触发信号，从而实现在不同输入信号频率下对信号的整周期采样，例如在不同信号频率下每个信号周期对信号采样 100 次。

本发明的积极效果是：经过此硬件和软件补偿过程，使得 Sin 和 Cos 路信号的幅值基本与软件设定值得一致，其相位关系质量较补偿前得到很大提高，保证了不同环境温度条件下光电信号幅值和相位关系的稳定性，确保高精度轴角编码器的测角精度。

附图说明

图 1：已有技术的编码器光电信号电子学细分电路结构示意图；

图 2：本发明的电子学细分电路结构示意图；

图 3：峰值检测电路 17 结构示意图；

图 4：本发明电路工作原理说明中幅值检测补偿软件流程图；

图 5：本发明电路工作原理说明中相位检测补偿方法示意图；

具体实施方案

本发明按图 2 所示电路结构实施，其中第一电位计 10、第二电位计 11、第三电位计 12、第四电位计 13 采用相同规格的 722C0 电位计；Arm 处理器 19 采用 philips 公司 Arm7 系列芯片 LPC2131；第一

可变增益差分放大电路 14 和第二可变增益差分放大电路 15 由高速运放 OPA2227 和可控数字电位计 AD5254 组成；峰值检测电路 17 由集成运放 LM324 及电阻电容和二极管搭建，如图 3 所示；锁相环 18 由集成锁相环芯片 CD4046 和 BCD 计数芯片 CD4518 组成。

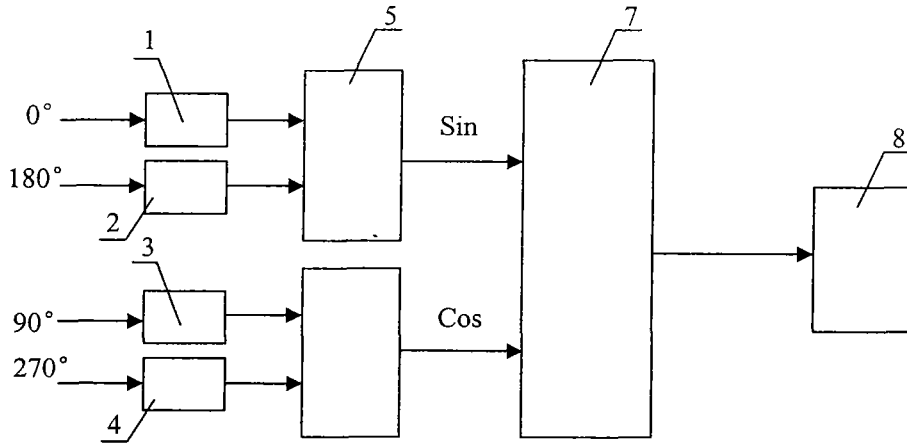


图 1

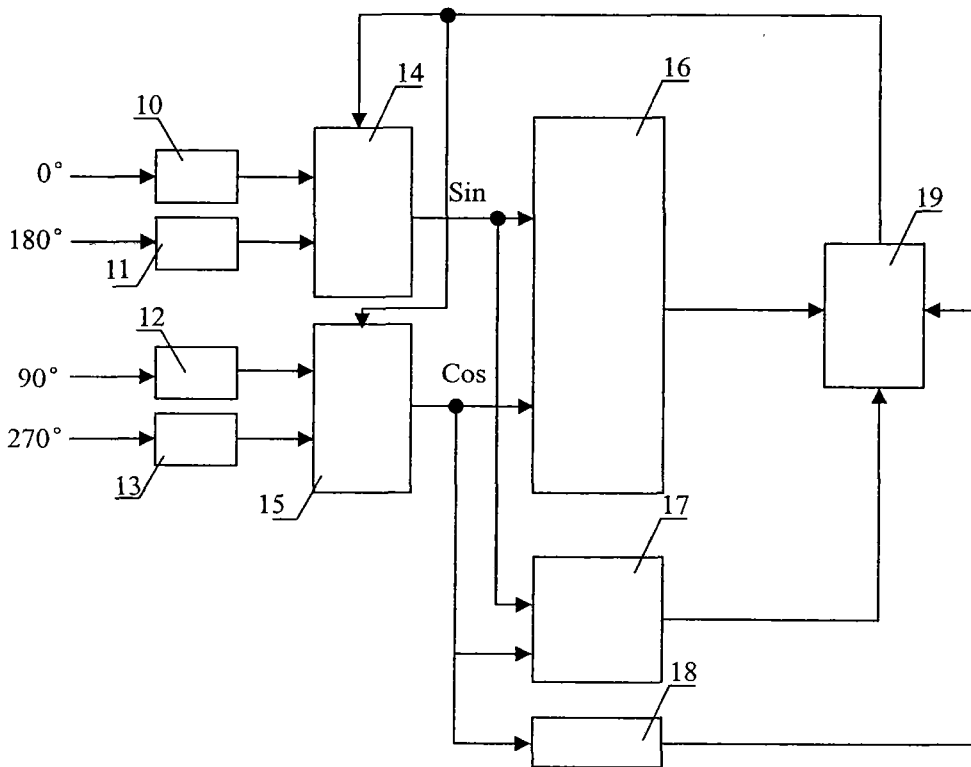


图 2

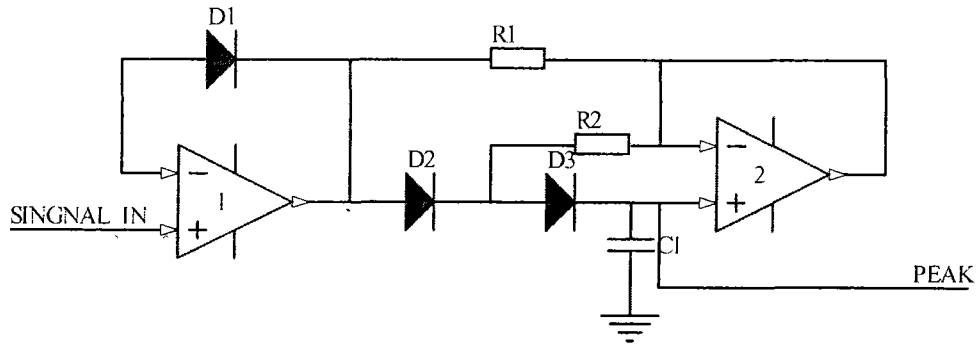


图 3

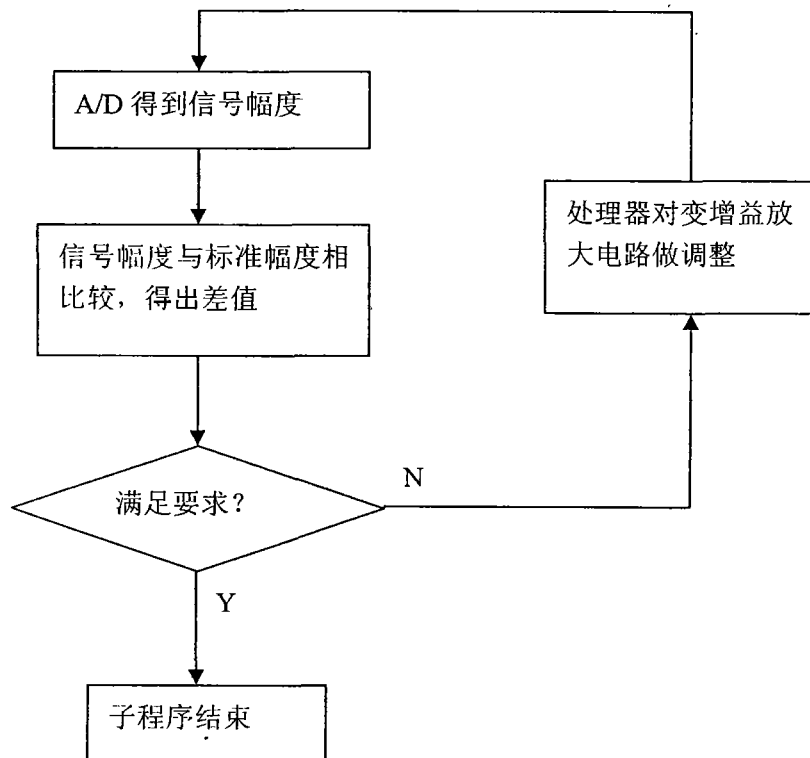


图 4

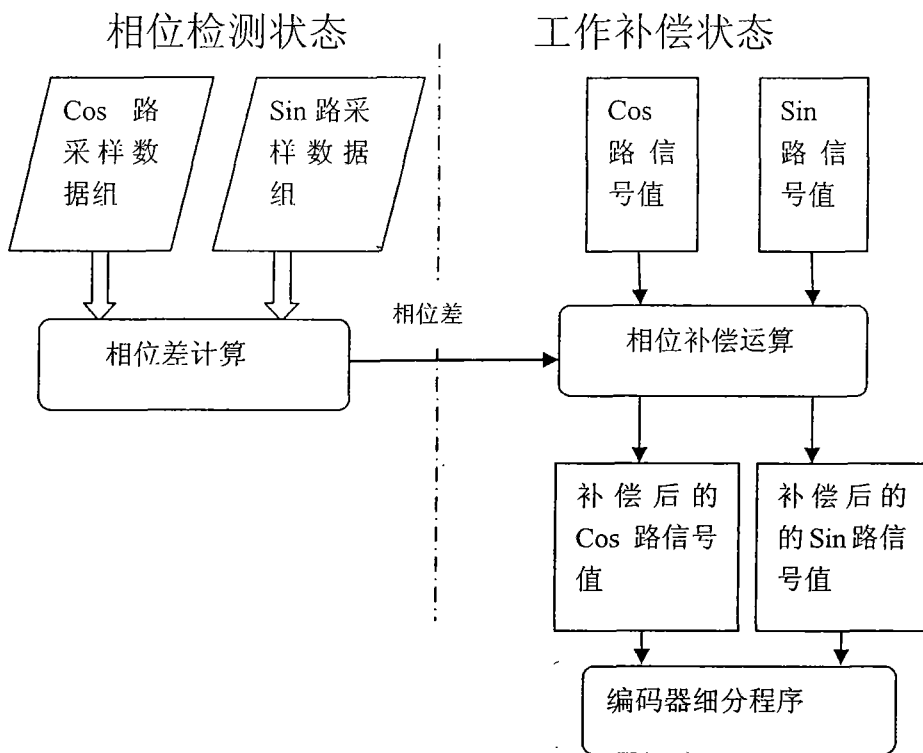


图 5