



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111551949 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 03

(21) 申请号 202010428146.1

G01S 7/484 (2006.01)

(22) 申请日 2020.05.20

G01S 7/4865 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 白渚铨

申请公布号 CN 111551949 A

(43) 申请公布日 2020.08.18

(73) 专利权人 炬佑智能科技(苏州)有限公司

地址 215000 江苏省苏州市吴中区越溪街  
道南溪江路88号石湖金陵广场写字楼  
8层

(72) 发明人 潘扬 李丹

(74) 专利代理机构 苏州智品专利代理事务所

(普通合伙) 32345

专利代理师 唐学青

(51) Int. Cl.

G01S 17/10 (2020.01)

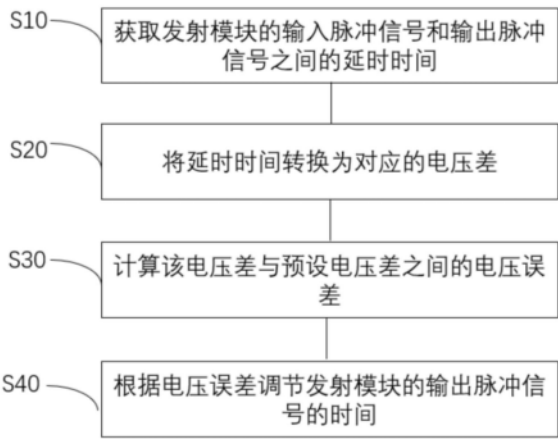
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种脉冲延时时间控制方法和装置

(57) 摘要

本发明提出一种脉冲延时时间控制方法和装置。该控制方法包括：获取发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间；将延时时间转换为对应的电压差；计算电压差与预设电压差之间的电压误差；根据电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间，从而达到对输出脉冲的精准控制，使得输入输出脉冲的边沿的时间差不会受到电压，温度等外界因素的干扰，省去了大量的测试和硬件开销成本。



1. 一种脉冲延时时间控制方法,其特征在于,所述方法包括:

获取发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间,包括获取发射模块的输入脉冲信号的上升沿和输出脉冲信号的上升沿之间的时间差  $\Delta t$ ,

$$\Delta t = -V_{os} * \left( \frac{K2 * K3}{1 + K1 * K2 * K3} \right) + e_q * \frac{K3}{1 + K1 * K2 * K3} + e_{drv} * \frac{1}{1 + K1 * K2 * K3},$$

$V_{os}$ 为预设电压差, $e_q$ 为量化器引入的电压量化误差, $e_{drv}$ 为输出驱动级引入的延时误差, $K2$ 为电压误差 $V_{err}$ 误差放大的增益, $K3$ 为 $Dout$ 到延时时间 $T_{delay}$ 的转换增益;

根据公式  $\Delta V = K1 * \Delta t$ ,将所述延时时间转换为对应的电压差  $\Delta V$ , $K1$ 为转换增益;

计算所述电压差  $\Delta V$ 与预设电压差 $V_{os}$ 之间的电压误差 $V_{err}$ ;

根据所述电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间,包括:

将所述电压误差转换为对应的时间差,即电压误差 $V_{err}$ 经过增益为 $K2$ 后的误差放大,并由量化器转换为模数转换器的数字输出 $Dout$ ,由 $Dout$ 控制输入到输出的可调延时时间;

根据所述时间差通过延时时间控制器调节所述发射模块的输出脉冲信号的时间。

2. 一种脉冲延时控制装置,其特征在于,用于执行如权利要求1所述的脉冲延时时间控制方法,所述装置包括:

测量模块,测量发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间;

转换模块,其为模数转换模块,将所述延时时间转换为对应的电压差;

计算模块,计算所述电压差与预设电压差之间的电压误差,所述计算模块包括比较器和误差放大器,所述比较器用于比较所述电压差与预设电压差之间的电压误差,并输入所述误差放大器对所述电压误差进行放大,并由量化器转换为模数转换器的数字输出 $Dout$ ;

控制模块,根据所述电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间。

3. 根据权利要求2所述的脉冲延时控制装置,其特征在于,还包括延时时间控制器,所述控制模块通过延时时间控制器调节所述发射模块的输出脉冲信号的时间。

4. 根据权利要求3所述的脉冲延时控制装置,其特征在于,还包括驱动输出级,所述驱动输出级位于所述延时时间控制器和所述测量模块之间。

## 一种脉冲延时时间控制方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及测量技术领域,特别涉及一种脉冲延时时间控制方法和装置。

### 背景技术

[0002] 现有的高精度测距方案大都是通过主动把脉冲光波形打到障碍物上并接收反射回来的光束,通过对发射光和反射光的如时间差或相位差等信息的比对,换算得到距离信息。近些年来,对于中短距离的高精度测距的需求越来越大。因此,发光器所需的输出功率越来越高,应用环境也越来越苛刻。发光器的抗干扰能力成为一个很重要的问题。发光器的初始输入脉冲信号和实际输出脉冲信号之间,由于数据链路以及功率驱动级的存在,两者之间必然存在延时。并且该延时时间会随着工艺偏差,电压条件,以及环境温度的不同而发生改变。该延时的大小直接影响了测量精度。

[0003] 现有的测距方案中,为了解决延时时间的问题,需要在芯片里加入额外的温度测量模块,用于延时的温度补偿。并且在每颗芯片出厂前,都需要做大量的测量标定实验,用来矫正延时带来的误差,增加了硬件开销和测试成本。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种脉冲延时时间控制方法和装置,避免了外界因素的干扰,且节约了成本。

[0005] 本发明提供一种脉冲延时时间控制方法,所述方法包括:获取发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间;将所述延时时间转换为对应的电压差;计算所述电压差与预设电压差之间的电压误差;根据所述电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0006] 优选的,所述获取发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间的步骤包括:获取发射模块的输入脉冲信号的上升沿和输出脉冲信号的上升沿之间的时间差;或者获取发射模块的输入脉冲信号的下降沿和输出脉冲信号的下降沿之间的时间差。

[0007] 优选的,所述将所述延时时间转换为对应的电压差的步骤包括:根据公式  $\Delta V = K1 * \Delta t$ ,将所述延时时间转换为对应的电压差。

[0008] 优选的,所述根据所述电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间的步骤包括:将所述电压误差转换为对应的时间差;根据所述时间差通过延时时间控制器调节所述发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0009] 本发明还提供一种脉冲延时时间控制装置,所述装置包括:测量模块,测量发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间;转换模块,将所述延时时间转换为对应的电压差;计算模块,计算所述电压差与预设电压差之间的电压误差;控制模块,根据所述电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0010] 优选的,所述转换模块为模数转换模块。

[0011] 优选的,所述计算模块包括比较器和放大器,所述比较器用于比较所述电压差与

预设电压差之间的电压误差,并输入所述放大器对所述电压误差进行放大。

[0012] 优选的,还包括延时时间控制器,所述控制模块通过延时时间控制器调节所述发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0013] 本发明还提供一种脉冲延时时间控制装置,还包括驱动输出级,所述驱动输出级位于所述延时时间控制器和所述测量模块之间。

[0014] 相对于现有技术中的方案,本发明的优点:本发明提出一种脉冲延时时间控制方法和装置,通过比较出输入输出的脉冲信号的上升沿或者下降沿的时间差,然后通过积分器放大误差信息并量化后,再由ADC输出的数字信号来控制输入到输出之间的延时时间,从而达到对输出脉冲的精准控制,使得输入输出脉冲的边沿的时间差不会受到电压,温度等外界因素的干扰,省去了大量的测试和硬件开销成本。

## 附图说明

[0015] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0016] 图1所示为本发明一种脉冲延时时间控制方法的一实施例的流程示意图。

[0017] 图2所示为本发明其中一实施例的脉冲上升沿的时序图。

[0018] 图3所示为本发明其中一实施例的脉冲时序控制图。

[0019] 图4所示为本发明一种脉冲延时时间控制方法的另一实施例的流程示意图。

[0020] 图5所示为本发明一种脉冲延时时间控制装置的结构示意图。

[0021] 图6所示为本发明一种脉冲延时时间控制装置的另一具体结构示意图。

## 具体实施方式

[0022] 以下结合具体实施例对上述方案做进一步说明。应理解,这些实施例是用于说明本发明而并不限于限制本发明的范围。实施例中采用的实施条件可以如具体厂家的条件做进一步调整,未注明的实施条件通常为常规实验中的条件。

[0023] 请参考图1所示,本发明提供一种脉冲延时时间控制方法,所述方法包括以下步骤:

[0024] 步骤S10,获取发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间。

[0025] 在本发明的其中一实施例中,步骤S10具体包括如下步骤:

[0026] 获取发射模块的输入脉冲信号的上升沿和输出脉冲信号的上升沿的时间差;或者获取发射模块的输入脉冲信号的下降沿和输出脉冲信号的下降沿的时间差。其中,发射模块为发光器。请参考图2所示为本发明其中一实施例脉冲上升沿的时序图。本实施例中,获取输入脉冲的上升沿的时间 $t_1$ ,获取输出脉冲的上升沿的时间 $t_2$ ,计算 $t_1$ 与 $t_2$ 的时间差 $\Delta t$ , $\Delta t$ 即为输入脉冲的上升沿和输出脉冲的上升沿的延时时间。

[0027] 步骤S20,将延时时间转换为对应的电压差。

[0028] 具体的,根据公式 $\Delta V = K_1 * \Delta t$ 将延时时间 $\Delta t$ 转换为电压差信号 $\Delta V$ ,转换增益为 $K_1$ 。

[0029] 上述延时时间 $\Delta t$ 转换为电压差信号 $\Delta V$ 是由输入脉冲上升沿和输出脉冲上升沿的时间差的多次累积转换后得到的。根据应用环境对补偿环路带宽的要求,可以选择多次累积输出也可选择单次输出。多次累积可以提高转换增益 $K_1$ ,进而得到更大的环路增益。单

次输出并进行ADC转换,可以提高ADC的有效带宽,进而提高延时补偿的响应速度。

[0030] 步骤S30,计算电压差与预设电压差之间的电压误差;

[0031] 在本发明的其中一实施例中,预先设置系统期望延时时间,请参考图3所示为发明其中一实施例脉冲时序控制图,预先设置输入脉冲和输出脉冲的上升沿的延时时间  $\Delta t_0$ ,根据上述公式  $\Delta V = K1 * \Delta t$  计算预设电压差  $V_{os}$ ,计算上述电压差信号  $\Delta V$  与预设电压差  $V_{os}$  之间的电压误差  $V_{err}$ ,所述电压误差  $V_{err}$  对应了输出脉冲的上升沿因非理想因素所引起的时间误差。

[0032] 步骤S40,根据电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间。 $V_{err}$  经过增益为  $K2$  后的误差放大,并由量化器转换为模数转换器 (ADC) 的数字输出  $D_{out}$ 。由  $D_{out}$  来控制发射模块输入脉冲到输出脉冲的可调延时时间,从而达到把ADC数字信号重新转化回延时时间的目的。

[0033] 在本发明的其中一实施例中,请参考图4所示,所述步骤S40具体包括以下步骤:

[0034] 步骤S41,将电压误差转换为对应的时间差。

[0035] 步骤S42,根据时间差通过延时时间控制器调节发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0036] 上述步骤中,根据电压与时间的转换关系  $\Delta V = K1 * \Delta t$ ,将电压误差转换为时间差。电压误差  $V_{err}$  经过增益为  $K2$  后的误差放大,并由量化器转换为模数转换器 (ADC) 的数字输出  $D_{out}$ 。由  $D_{out}$  来控制输入到输出的可调延时时间,从而达到把ADC数字信号重新转化回延时时间的目的。假设数字信息  $D_{out}$  到延时时间  $T_{delay}$  的转换增益为  $K3$ 。经过延时控制以及最终的输出级驱动后的输出脉冲再重新反馈到ADC的输入端,形成反馈回路。整个环路的传递函数如公式 (1) 所示:

$$[0037] \quad ((\Delta t * K1 - V_{os}) * K2 + e_q) * K3 + e_{drv} = \Delta t \quad (1)$$

[0038] 上述公式 (1) 中  $e_q$  为量化器引入的电压量化误差,  $e_{drv}$  为输出驱动级引入的延时误差。

[0039] 由上述公式 (1) 可推算得到输入脉冲的上升沿到输出脉冲的上升沿的实际延时时间  $\Delta t$  为

$$[0040] \quad \Delta t = -V_{os} * \left( \frac{K2 * K3}{1 + K1 * K2 * K3} \right) + e_q * \frac{K3}{1 + K1 * K2 * K3} + e_{drv} * \frac{1}{1 + K1 * K2 * K3} \quad (2)$$

[0041] 由上述公式 (2) 可知,通过提高开环增益  $K1 * K2 * K3$ ,可有效衰减输出驱动级所引入的误差。量化误差的衰减则取决于误差放大器的增益  $K2$ 。 $K2$  越大,量化误差衰减越大,所需的量化器也越简单。通过提高  $K1$ ,  $K2$  和  $K3$ ,可以使输出脉冲与输入脉冲边沿保持很好的同步性,把两者的延时时间控制在期望值  $V_{os}/K1$ ,避免外界的干扰。

[0042] 在本发明的其中一实施例中,除了提供预设电压差  $V_{os}$  来设定输入脉冲的边沿和输出脉冲的边沿之间的期望延时外,还可以通过DLL或PLL产生延时时间  $\Delta t_0$  稳定可控的固定延时单元。输入脉冲信号经过  $\Delta t_0$  延时后再与输出脉冲信号进行时间差比较。该脉冲延时涉及TOF领域,也可延伸至具有控制脉冲延时的场合。

[0043] 本发明根据  $\Sigma \Delta$  ADC算法,比较出输入和输出的脉冲信号的上升沿/下降沿的时间差,然后通过积分器放大误差信息并量化后,再由ADC输出的数字信号来控制输入到输出之间的延时时间,从而达到对输出脉冲的精准控制,使其与输入脉冲的边沿的时间差对工艺,电压,温度等外界因素的干扰脱敏,从而节省了测试成本。

[0044] 本发明还提供一种脉冲延时控制装置,请参考图5所示,所述装置包括测量模块10,转换模块20,计算模块30和控制模块40,所述测量模块10用于测量发射模块的输入脉冲信号和输出脉冲信号之间的延时时间;所述转换模块20用于将所述延时时间转换为对应的电压差;所述计算模块30用于计算所述电压差与预设电压差之间的电压误差;所述控制模块40用于根据所述电压误差调节发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0045] 在本发明的其中一实施例中,发射模块为发光器,转换模块20为模数转换模块(ADC)。

[0046] 在本发明的其中一实施例中,请参考图6所示,测量模块10具体包括上/下沿时间差检测11,转换模块20具体包括时间/电压转换,计算模块30包括比较器31和误差放大器32,所述比较器31用于比较所述电压差与预设电压差之间的电压误差,并输入所述误差放大器32对所述电压误差进行放大。例如,比较电压差信号 $\Delta V$ 与预设电压差 $V_{os}$ 之间的电压误差 $V_{err}$ ,将电压误差 $V_{err}$ 经过增益为 $K_2$ 的误差放大器32进行误差放大,并由量化器转换为模数转换器(ADC)的数字输出 $D_{out}$ 。

[0047] 在本发明的其中一实施例中,控制模块40还包括延时时间控制器41,所述通过调节延时时间控制器41调节所述发射模块的输出脉冲信号的时间。

[0048] 在本发明的其中一实施例中,脉冲延时控制装置还包括驱动输出级,所述驱动输出级位于所述延时时间控制器和所述测量模块之间。

[0049] 在本发明的其中一实施例中,脉冲延时涉及TOF领域,也可延伸至具有控制脉冲延时的场合。

[0050] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人是能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡如本发明精神实质所做的等效变换或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

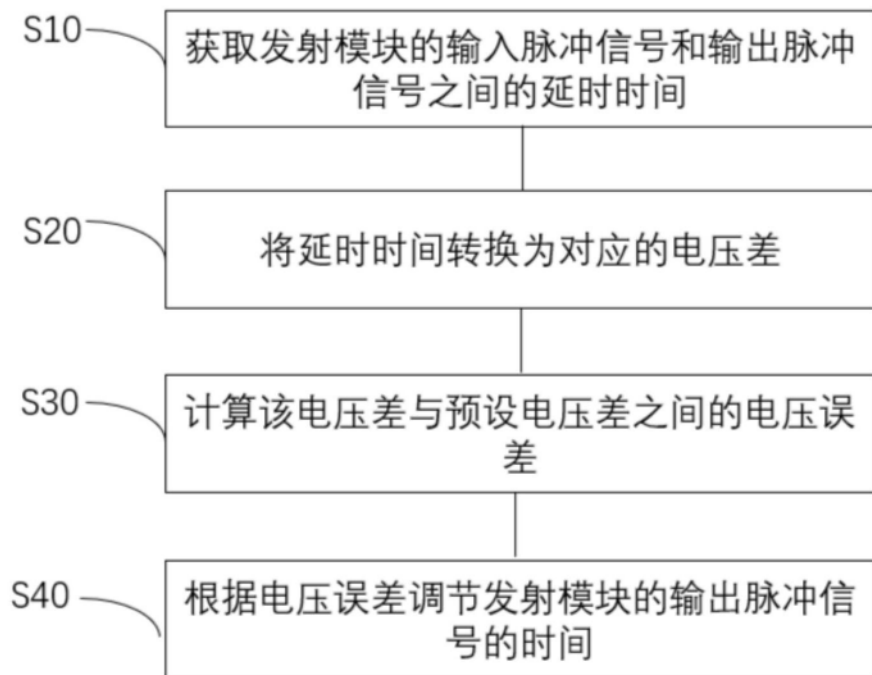


图1

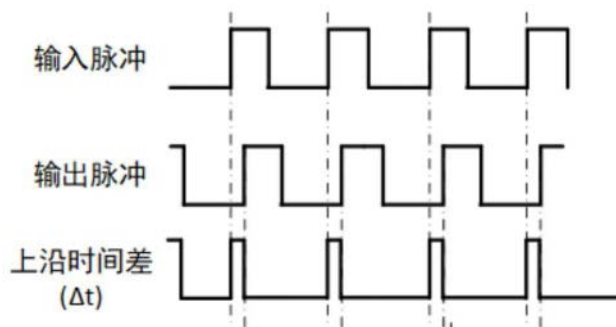


图2

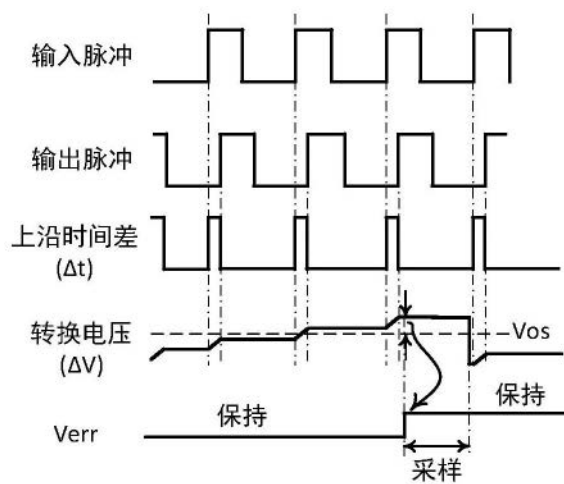


图3

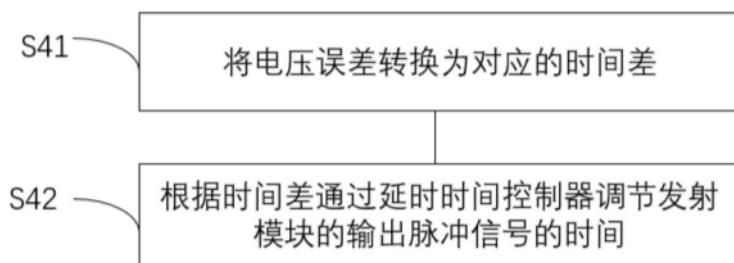


图4

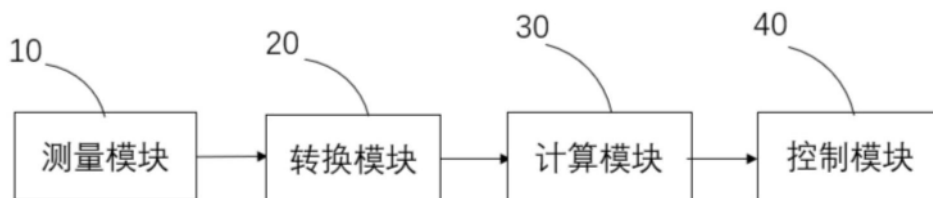


图5



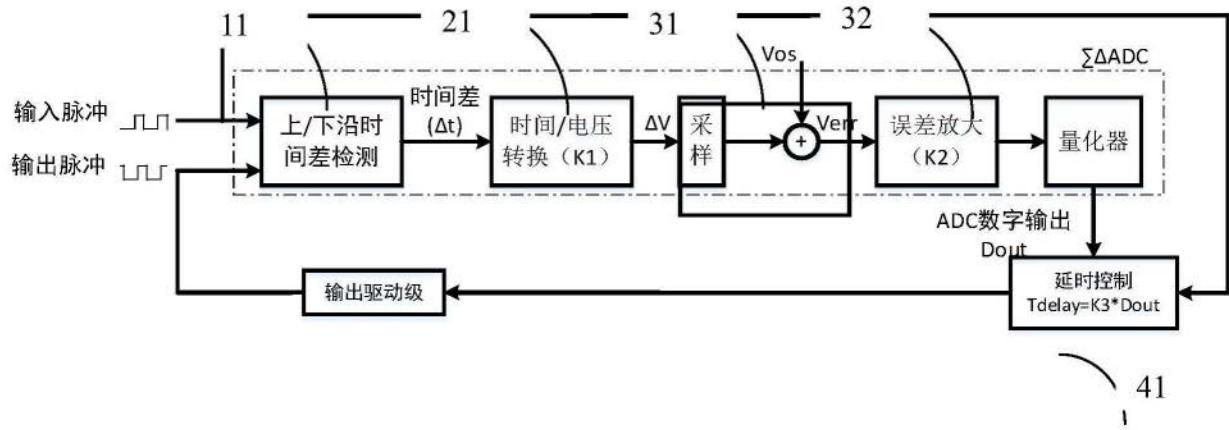


图6