(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105823548 A
(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201610351382.1

(22)申请日 2016.05.25

(71)申请人 无锡市海鹰加科海洋技术有限责任公司
地址 214035 江苏省无锡市新区科技创业园二区502-1号

(72)发明人 伊凡

(74)专利代理机构 总装工程兵科研一所专利服务中心 32002
代理人 杨立秋

(51)Int.Cl.
G01H 5/00(2006.01)

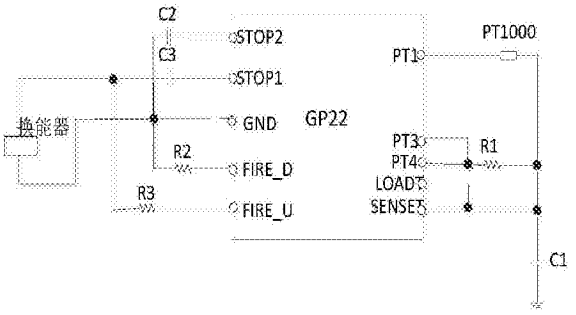
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种基于TOF技术的声速剖面仪

(57)摘要

本发明涉及一种基于TOF技术的声速剖面仪，包括以TDC_GP22芯片为核心的时间、温度测量模块，外接换能器、温度传感器，TDC_GP22芯片发射脉冲信号至换能器，换能器发射出超声波并接收回波信号，返回给TDC_GP22芯片，通过该芯片的第一波检测功能检测到所需的回波信号，得出回波的往返时间，完成时间测量；TDC_GP22芯片通过放电时间测量得出温度传感器的电阻变化量，完成温度测量。本发明采用TOF技术，通过TDC_GP22芯片来实现，通过检测超声波往返时间，就可计算出声速值；由于该芯片具有极高的时间检测分辨率“ps级”，因此，仅单次测量的数据精度就比换“环鸣法”多次测量平均所得到的数据精度高。



CN 105823548 A

1.一种基于TOF技术的声速剖面仪，其特征在于：所述声速剖面仪包括以TDC_GP22芯片(1)为核心的时间、温度测量模块，外接换能器(2)、温度传感器(3)，TDC_GP22芯片(1)发射脉冲信号至换能器(2)，换能器(2)发射出超声波并接收回波信号，返回给TDC_GP22芯片(1)，通过TDC_GP22芯片(1)的第一波检测功能检测到所需的回波信号，得出回波的往返时间，完成时间测量；TDC_GP22芯片(1)通过放电时间测量得出温度传感器(3)的电阻变化量，完成温度测量。

2.根据权利要求1所述的基于TOF技术的声速剖面仪，其特征在于：所述声速剖面仪还包括以单片机为核心的数据处理模块，用于控制TDC_GP22芯片(1)工作，将时间测量结果传回给单片机进行声速值的精确计算。

3.根据权利要求1所述的基于TOF技术的声速剖面仪，其特征在于：所述时间测量过程中超声波的发射和接收采用共用一个换能器(2)。

4.根据权利要求1所述的基于TOF技术的声速剖面仪，其特征在于：所述TDC_GP22芯片(1)有一个PICOSTRAIN基础的温度测量单元。

5.根据权利要求1所述的基于TOF技术的声速剖面仪，其特征在于：所述温度值的计算公式如下：

$$T=\frac{-R_0*A+\sqrt{(R_0*A)^2-4*R_0*B*(R_0-R_{RTD})}}{2*R_0*B}$$

其中，A和B是铂电阻的已知参数，其量级分别为10^{-3}和10^{-7}，R_0是0℃时铂电阻的阻抗值，R_{RTD}是当前温度下铂电阻的阻抗值，T是要测的温度。

一种基于TOF技术的声速剖面仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种声速剖面仪，尤其是一种基于TOF技术的声速剖面仪。

背景技术

[0002] 声速剖面仪是一种测量水中不同深度声波传播速度的精密测量仪器，通过内部的温度、压力传感器等器件可以快速准确的测得当前水层的声速、温度、深度等数据，其中所测得的声速数据更是声纳设备所需的一个重要参数，被广泛应用于水深测量等工作。然而，随着各种声纳设备的升级，其对声速的精度要求也越来越高，因此传统的基于“环鸣法”测量声速的仪器已经无法满足高精度声速测量的要求。

[0003] 为了提高声速剖面仪的测量精度，基于“时间飞跃”技术的声速剖面仪不再采用传统的“环鸣法”进行声速测量，而是采用目前国际上最先进的“时间飞跃(Time Of Flight)”技术进行声速测量，TOF(Time of Flight)测量原理又称回波测距原理，是非接触测距的一种方法，当前广泛应用于物位测量中。其原理是：安装在声速剖面仪基座上的换能器向反射面发射超声波，当超声波传播到反射面上时，反射并返回到换能器上被接收。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是克服现有的缺陷，提供一种基于TOF技术的声速剖面仪，可以提高声速测量精度。

[0005] 为了解决上述技术问题，本发明提供了如下的技术方案：

[0006] 本发明一种基于TOF技术的声速剖面仪，该声速剖面仪包括以TDC_GP22芯片为核心的时间、温度测量模块，外接换能器、温度传感器，TDC_GP22芯片发射脉冲信号至换能器，换能器发射出超声波并接收回波信号，返回给TDC_GP22芯片，通过TDC_GP22芯片的第一波检测功能检测到所需的回波信号，得出回波的往返时间，完成时间测量；TDC_GP22芯片通过放电时间测量得出温度传感器的电阻变化量，完成温度测量。

[0007] 进一步地，该声速剖面仪还包括以单片机为核心的数据处理模块，用于控制TDC_GP22芯片工作，将时间测量结果传回给单片机进行声速值的精确计算。

[0008] 进一步地，时间测量过程中超声波的发射和接收采用共用一个换能器。

[0009] 进一步地，TDC_GP22芯片有一个PICOSTRAIN基础的温度测量单元。

[0010] 进一步地，温度值的计算公式如下：

[0011] $$T=\frac{-R_0*A+\sqrt{(R_0*A)^2-4*R_0*B*(R_0-R_{RTD})}}{2*R_0*B}$$

[0012] 其中，A和B是铂电阻的已知参数，其量级分别为10^{-3}和10^{-7}，R_0是0℃时铂电阻的阻抗值，R_{RTD}是当前温度下铂电阻的阻抗值，T是要测的温度。

[0013] 本发明的有益效果：该声速剖面仪采用TOF技术，该技术具体通过TDC_GP22芯片来实现，通过检测超声波往返时间，就可计算出声速值；由于TDC_GP22芯片具有极高的时间检测分辨率“ps级”，因此，仅单次测量的数据精度，就比换“环鸣法”多次测量平均所得到的数

据精度高。

附图说明

[0014] 图1为本发明采用TOF技术进行声速测量的原理图；

[0015] 图2为本发明声速剖面仪的电路原理简图。

具体实施方式

[0016] 本发明所列举的实施例，只是用于帮助理解本发明，不应理解为对本发明保护范围的限定，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明思想的前提下，还可以对本发明进行改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求保护的范围内。

[0017] 1、时间的测量

[0018] 时间的测量是声速剖面仪测量的关键，该时间测量精度决定了声速测量精度。TDC_GP22芯片1是最新一代的高精度时间数字转换器。该芯片具有ps级的测量精度，并在内部集成了发射频率和相位都可调的脉冲发生器，因此使用该芯片可以满足高精度设计要求。

[0019] 在基于TOF技术的声速剖面仪中，为了简化结构，发射和接收采用共用一个换能器2的方法，并利用TOF技术原理进行声速的测量。具体方法如下：

[0020] 如图1所示，在距离换能器2S处固定一个反射平面4，在外围单片机的控制下，TDC_GP22芯片发送出频率、个数一定的脉冲信号，该信号被换能器2接收后向反射平面4发射超声波，超声波经反射平面4反射生成回波信号并通过换能器2返回给TDC_GP22芯片，通过芯片的第一波检测功能检测到所需的回波信号，从而得出回波的往返时间，声速值C＝2S/T，其中S为换能器2到反射平面4的距离，T为超声波一次往返的时间。

[0021] 2、温度的测量

[0022] 温度作为声速剖面仪的一个重要参数用来校准测得的声速值，因为声速和温度具有很大的关系，因此高精度的温度测量在声速剖面仪的设计过程中是非常重要的。TDC_GP22芯片1有一个PICOSTRAIN基础的温度测量单元，可实现高精度和低功耗的温度测量。其原理主要是基于电阻对电容的放电时间的。由于温度传感器RTD 3的电阻值与温度有直接关系，TDC_GP22芯片1将会直接测量温度传感器RTD 3的电阻变化量，通过内部非常精确的时间测量完成。实际测量过程中，会选用一个温度稳定的参考电阻和温度传感器RTD 3的电阻分 别对同一个电容进行充放电，根据它们放电时间的比率可以得出温度传感器RTD 3的电阻，具体计算过程见公式(1)：

[0023] $$R_{RTD}=\frac{\left(\frac{T_{RTD}}{T_{Ref}}-1\right)*R_0}{gainfactor} \qquad (1)$$

[0024] 内部比较器在3.0V时，增益纠正系数gainf actor为0.9931，R_0是0℃时铂电阻的阻抗值。

[0025] 根据铂电阻温度计的电阻值和温度的关系如下公式(2)：

[0026] $R_{RTD}=R_0*(1+A*T-B*T^2)$ (2)

[0027] 可得出：

[0028] $$T=\frac{-R_0*A+\sqrt{(R_0*A)^2-4*R_0*B*(R_0-R_{RTD})}}{2*R_0*B} \quad (3)$$

[0029] 其中，A和B是正常数值，其量级分别为10^{-3}和10^{-7}，对于正规的铂电阻产品这些参数都是已知的。R_{RTD}是当前温度下铂电阻的阻抗值，T是要测的摄氏温度。通过以上计算公式即可得到所需的温度值。

[0030] 3、基于TOF技术的声速剖面仪的电路设计

[0031] 基于TOF技术的声速剖面仪的电路设计主要分为两个部分，第一部分是以TDC_GP22芯片1为核心的时间、温度测量模块，需要外接换能器2、温度传感器RTD 3等外围器件。第二部分是以STM32单片机为核心的数据处理模块，该部分主要是负责控制TDC_GP22芯片1工作，将时间测量结果传回给单片机进行声速值的精确计算。

[0032] 由于TDC_GP22芯片1内部将各单元的功能高度集成，包括第一波检测功能，高精度温度测量单元，脉冲发生器，模拟开关，比较器，窗口功能及时钟标定等，仅需要外部加一个简单的单片机就可进行高精度的测量。因此在应用过程中可以做到硬件设计简化，将外部元器件的数量做到最低，从而电路板的尺寸能做到非常小。

[0033] 图2为简略的硬件设计原理图。TDC_GP22芯片1的温度测量模块外围电路简单，主要是因为其内部集成了一个施密特触发器。图中R1为温度稳定参考电阻，C1为充放电电容，PT1000为选用的温度传感器RTD 3，通过对TDC_GP22寄存器的有效设置，发射端会发送出发射信号，传回的模拟信号经过一个内部集成的比较器转化为数字信号，给到stop输入端。TDC_GP22芯片1还有一个时间延时窗口，该功能可以滤除STOP信号前段的噪声。再加上该芯片具有第一波检测功能，可以有效测得第一个波的脉冲，从而就能得到有效的回波飞行时间。

[0034] 整个硬件设计完成后进行了初步的实验，实验过程中选取了11组不同温度下的声速数据 与对应温度的标准声速进行对比，结果表明数据在稳定性、精确值和测量精度方面都能达到设计要求。其中所测温度的精度能达到±0.05℃，分辨率能达到0.001℃，声速的测量精度能达到0.03m/s，分辨率能达到0.001米/秒。因此，本发明基于TOF技术的声速剖面仪，其硬件设计简单易于实现，实验数据理想，可以应用于更高精度的声速剖面仪设计中 。

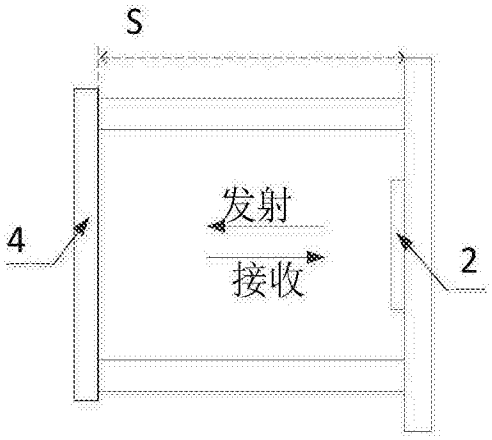

S
发射
接收
4
2

图1

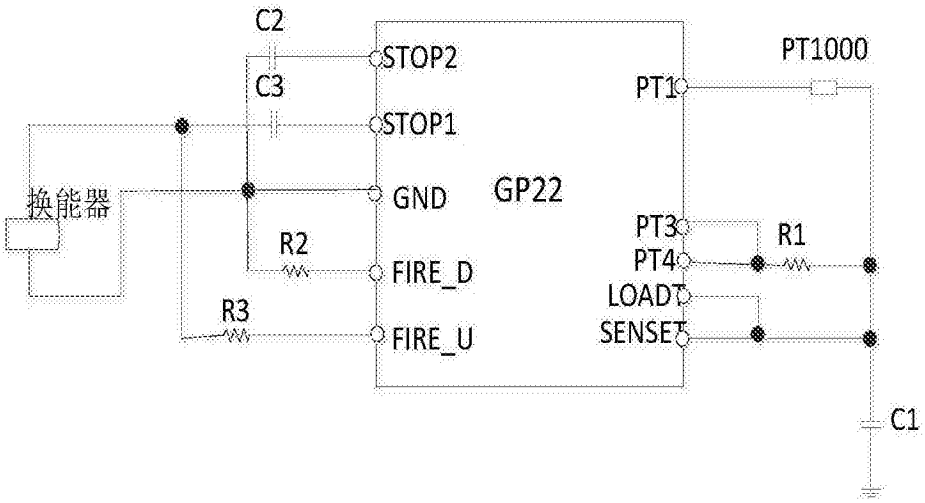

C2
C3
STOP2
STOP1
GND
FIRE_D
FIRE_U
GP22
PT1000
PT1
PT3
PT4
LOADT
SENSET
R1
R2
R3
换能器
C1

图2