

基于 MSP430 的低功耗涡街流量计

MSP430 Based Vortex Flowmeter With Low Power Consumption

陈荣保 王 霞

(合肥工业大学工业自动化所, 合肥 230009)

摘要 介绍了以超低功耗 16 位单片机 MSP430 为核心、采用微低功耗的集成电路和贴片元器件构成的涡街流量计系统及设计。以高性能电池作为电源, 具有性价比高、功耗低、抗干扰能力强、使用寿命长等特点。

关键词 涡街流量计 低功耗 单片机 贴片器件

Abstract The design of vortex flowmeter system with low power consumption is introduced. The flowmeter is composed of MSP430, an ultra-low power consumption single chip computer, as the kernel and micro-low power consumption IC as well as stick-on components. The system adopts high performance battery as the power supply and features high cost effectiveness, low power consumption, high anti-interference capability and long operation life-time.

Key words Vortex flowmeter Low power consumption Single chip computer Stick-on component

1 概述

涡街流量计, 又称卡门旋涡流量计, 具有结构简单、性能可靠、使用寿命长、量程范围宽等优点, 因此有着广泛的应用。涡街流量计的种类很多, 但其基本原理都是一样, 是利用流体自然振动原理制成的一种旋涡分离流量计。当流体以足够大的流速流过垂直于流体流向的物体时, 若该物体的几何尺寸适当, 则在物体的后面沿两条平行直线产生整齐排列、转向相反的旋涡列。旋涡列的个数, 即涡街频率与流体的流速成正比, 因此通过测量其旋涡频率, 就可知道流体的流速, 测出流体流量。详细推导过程, 本文不再论述, 可参阅相关文献资料。

涡街频率是通过装在柱体内部的压电晶体传感器测量的, 经过电荷放大器放大后变换为脉冲信号。由于涡街流量计是通过检测介质产生的旋涡而产生的脉冲信号, 易受干扰, 因此在采集信号的时候采取了防干扰措施。

2 系统构成

系统的原理框图如图 1 所示。

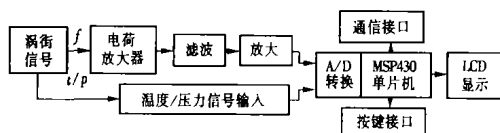


图 1 涡街流量计系统原理框图

在测量小量程气体流量时, 采集到的涡街信号比

较微弱, 同时受外界因素影响, 信号可能携带噪声, 所以电路配置了有源滤波电路和放大电路, 然后进行 A/D 转换, 送入 MSP430 单片机; 另外涡街信号还受环境温度或压力影响, 所以在电路中设置了温度或压力标准信号输入, 作涡街信号的温度或压力补偿。整个电路体系呈现非常明显的微低功耗特色。

2.1 MSP430 单片机

MSP430 具有超低电流消耗特点可在电压降至 2.5V 情况下工作, 它的其他功能可参阅相关资料。在低功耗方面, MSP430 具有 5 种工作模式, 而且各种低功耗工作模式与活动模式之间可快速由指令进行切换。图 2 所示的是各种模式之间的关系。3V 下满负载工作时的活动模式为 1.2mW; 而最低功耗的模式 4, 能耗仅为 0.3 μ W, 因此系统在运行时, 根据涡街信号的变化率, 选择不同的工作模式, 以降低系统的功耗, 延长电池的使用寿命。

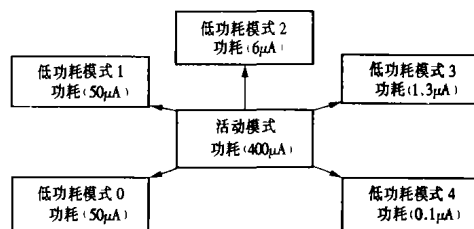


图 2 各模式之间转换

2.2 运算放大器

考虑到系统的低功耗特性和输出的驱动能力, 德州仪器公司的 TLC2254 运算放大器非常适合电路的要

求。TLC2254 的主要特点是低功耗 RAIL-RAIL 输出。它采用先进的 LinCMOS™工艺制造的 4 路运算放大器,具有满电源电压幅度(rail-to-rail)输出性能,同时比现有的 CMOS 运放具有更好的输入失调电压和更低的功耗。这种低功耗 CMOS 运算放大器,抑制噪声的能力有了极大的提高,仅需 $35\mu\text{A}$ (典型值)的电源电流;其共模输入电压范围比通常标准的 CMOS 工艺放大器更宽,先进的 LinCMOS™工艺使用硅栅(silicon-gate)技术获得输入失调电压的温度和时间稳定性,这种稳定性远远超过了用金属栅(metal-gate)技术所能获得的稳定性,使输入阻抗有可能符合或超过顶栅(top-gate)JFET 和昂贵的介质绝缘器件的输入阻抗。

TLC2254 的典型特性有:①输出摆幅包括两个电源电平(可达到满电源电压幅度);②低噪声 $f = 1\text{kHz}$ 时,典型值为 $19\text{nV}/\text{Hz}$,低输入偏置电流的典型值为 1pA ;③非常低的功耗,每一通道 $35\mu\text{A}$;④共模输入电压范围包含负载电源电平;⑤低输入失调电压值在 $t_A = 25^\circ\text{C}$ 时为 $850\mu\text{V}$;⑥高输入阻抗和低噪声,非常适用于压电传感器之类小信号条件的高阻抗来源。

2.3 滤波器

一般的有源滤波器对元器件的参数精度要求比较高,设计和调试都比较麻烦。MAXIN 公司生产的可编程滤波器芯片 MAX262 可以通过编程对各种低频信号实现低通、高通、带通、带阻以及全通滤波器处理,而且滤波器特性参数也可以通过编程进行设定。MAX262 有 4 种工作模式,根据涡街信号的频率比较低,选用模式 1,该模式具有实现低通、带通和带阻的滤波功能,以过滤掉涡街信号中的高频噪声。

2.4 A/D 转换

A/D 转换是数据信号处理不可缺少的一部分,选择合适的 A/D 转换器可以减少误差提高测量数据的准确性。MSP430 单片机在获取涡街信号时,直接读取频率信号,对于需要温度或压力补偿的涡街信号,补偿信号的输入精度将对涡街信号有直接的影响。MSP430 内部所集成的 A/D 模块具有 12 或 14 位的分辨率,并且可以独立完成转换,不需要 CPU 额外的处理。而且,其功耗低,转换时间快,完全满足系统需要。而为 A/D 匹配的电阻尽量选用了贴片电阻。因此,在选用高分辨率 A/D 时,应侧重于抗干扰问题,电路设计过程中,特别注意高分辨率转换 $\geq 12\text{bit}$ 时的 PCB 布线和接地方案,以消除电流环路、寄生元件参数效应和噪声。图 3 即为 A/D 转换时的接地和消除噪声原理图。

2.5 按键

由于涡街流量计应用广泛,根据测量介质不同,考

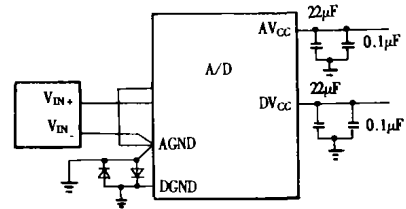


图 3 A/D 接地和消除噪声原理图

虑流量管径不同以及环境温度等因素的影响,信号处理和必须要求补偿的场合,需要对一些参数进行调整,所以系统设置了键盘接口,当介质发生变化时,由专业人士持键盘电路至现场更改参数,以避免现场信号的误操作。另外键盘接口的设置可减小电路规模。

2.6 LCD 显示器和通信接口

本系统的 MSP430 - 133 型单片机,在输出高电平时大约为 2.7V ,电路选用了太阳人公司的 SMS0801B-LCD 显示器,其模块工作电压为 $2.7 \sim 5.5\text{V}$,正常工作电压 3V 时的工作电流为 $20\mu\text{A}$,串行接口。LCD 显示器与 MSP430 单片机直接相接,不需要放大电路,减少了接线,降低了系统的功耗。

电路的通信接口包括了常规 RS - 232 口的功能,经转换还可以具备 RS - 485 的功能。

USB 通用串行总线是应用在 PC 领域的一种新型接口技术,USB 提供即插即用(plug-play)和热插拔功能,可以在不断电的情况下,使仪表直接连到 PC 的 USB 接口上,且马上就可以被系统识别使用,因而通信极其方便。USB 通信接口的另一个功能是具备电源能力,在实施串行通信时,不消耗电路的电能。

3 软件

在系统中软件编程主要由两部分组成。主机中采用 MSP430 汇编语言,包括涡街信号读取程序、补偿信号运算程序、按键输入的中断处理程序,LCD 的显示程序,以及 RS 系列和 USB 通信数据的发送程序等,程序设计不作详细论述。在实际运用时,必须了解涡街信号所代表的实际对象的要求,以在程序设计中选择 MSP430 的 5 种低功耗工作模式,因为在常规工业过程中,当系统运行趋于稳定后,介质流量的变化率只要在允许的变化范围内,数据读取、显示方式、通信传递都能处于合适的低功耗工作模式。

另一个软件编程是为上位机提供由 Visual C++ 语言来编写的 PS 系列和 USB 通信接口的驱动程序。

4 结束语

目前关于涡街流量计的报道和产品很多,但能

够电池供电,具有集测量、补偿、显示、通信和按键等功能于一体的产品,尚未见报道,而且本流量计涉及微低功耗下的单片机、模拟器件、数字电路、显示技术以及分立元件,电路规模小,功能齐全,安装灵活。

根据低功耗的设计,整个电路的功耗不大于 10mW,在高性能电池供电下,基本上能保证 1 年的连续工作。

参考文献

- 1 胡大可.超低功耗 16 位单片机原理与应用.北京:北京航空航天大学出版社,2001
- 2 徐科军,陈荣保,张崇巍.自动检测和仪表中的共性技术.北京:清华大学出版社,2000
- 3 王敏.涡街流量计所受干扰分析及排除.自动化仪表,2002,23(3)
- 4 陈莲娜.通用串行口驱动程序设计.中国计量学院学报,2000(12)

收稿日期:2002-11-30.

椭圆测厚仪测量结果的计算机数据处理

Computerized Data Processing for the Measuring Result of Oval Polarized Thickness Gauge

刘单建 唐振方

(暨南大学物理系,广州 510632)

摘要 介绍利用椭圆法测量单层透明薄膜折射率和厚度的方法。采用数字迭代计算方法,由测量得到的起偏角和检偏角可直接算出所测薄膜的折射率和厚度。经过数值试验及与标准值对比,由此编制的计算程序具有准确、快速、方便的特点。经实际使用,计算出的厚度值误差较小。

关键词 厚度计 椭圆法 数据处理 程序设计

Abstract The method of measuring index of refraction and thickness of single layer transparent film by using oval polarization is introduced. With calculation method of digital iteration, the index of refraction and thickness can be calculated directly by the measured angle of starting polarization and angle of detecting polarization. Through intercomparison of value test and standard value, the computer program written by using this method features precise, fast speed and ease. In practical operation, the error of the calculated thickness is very small.

Key words Thickness gauge Oval polarization Data processing Program design

0 引言

椭圆法是一种测量光在样品表面反射后偏振状态改变的数学方法,它可以同时测得薄膜样品的厚度和折射率,具有非接触性、非破坏性以及高灵敏度、高精度等优点,广泛用于薄膜厚度及光学常数的测定。还由于椭圆法测量数据可在短时间内快速采集,可对各类薄膜的生长和工艺过程进行实时监测,从而成为半导体行业重要的在线检测设备之一。

椭圆测厚仪的实验装置并不复杂,但实验数据的处理却比较困难,难以直接由测量数据通过计算求得厚度和折射率的解析解。目前,在许多实验室,一般是通过查数表或列线图来获得最终实验结果。此方法工作量较大,精度不高;另一方面,普通实验室通常只有少数几种常见衬底材料的数表,不能满足普遍的测量

要求,因此十分有必要开发一种普遍适用的椭圆测厚实验数据自动处理方法和计算机应用程序。该方面的工作已有不少报导,但由于早期编制的 DOS 程序操作不便、可移植性差,并没有在大多数高校实验室得到普遍应用^[1,2]。

1 实验装置和原理

图 1 是一种常见椭圆法的光路示意图。一束自然光(非偏振激光)经过起偏器后变为线偏振光,线偏振光经过 1/4 波片后,变为椭圆偏振光,椭圆偏振光经过样品反射后,偏振状态发生改变,一般仍为椭圆偏振光,但方位和形状已发生变化。对于一定的样品,总可以找到一个起偏方位角 P 使反射光由椭圆偏振光变为线偏振光。这时,转动检偏器,在某个检偏器的方位角 A 下得到消光状态,即没有光到达光电倍增管。