

# 基于 MS5611 - 01BA01 的高精度气压和 温度检测系统设计

赖贵川, 黄华伟

(四川理工学院理学院, 四川 自贡 643000)

**摘要:**气压和温度是实验室和工业上的重要参数,实时精确地测量这两个参数从而对实验室环境和工业生产环境进行控制具有重要意义。本设计采用超低功耗单片机 MSP430F149,通过 I<sup>2</sup>C 接口控制 MS5611 - 01BA 气压传感器,并对气压和温度进行高精度测量,最后通过液晶显示屏将这两个测量值显示出来。系统中各个模块都是采用 3.3 V 供电,并使用了 MSP430F149 单片机的低功耗模式,有效降低了整个系统的总功耗。实验结果及分析表明,该设计精度高、功耗低、稳定性好、可靠性高,适合于要求较高的实验室和工业生产中,并且扩展能力强,可以进行更多功能的开发。

**关键词:**传感器;气压测量;温度测量;单片机;液晶显示器

**中图分类号:**TB115

**文献标志码:**A

气压和温度一直都是很多实验室和工业生产中的重要环境参数,需要对其进行实时检测,以实现实验室环境和工业生产环境的控制,达到实验预想结果,生产出高品质产品。以前的一些测量仪器,一般精度都不是很高,功耗较高,体积较大,功能也比较单一。随着电子技术的发展和传感器技术的革新,高精度、低功耗、小体积和多功能的测量仪器的出现已经成为必然的趋势<sup>[1]</sup>。

## 1 核心传感器 MS5611 - 01BA 介绍

MS5611 - 01BA 气压传感器是由瑞士 MEAS 推出的一款 SPI 和 I<sup>2</sup>C 总线接口的新一代高分辨率气压传感器,分辨率可达到 10 cm。该传感器模块包括一个高线性度的压力传感器和一个超低功耗的 24 位  $\Sigma$  模数转换器(工厂校准系数)。MS5611 - 01BA 提供了一个精确的 24 位数字压力值和温度值以及不同的操作模式,可以提高转换速度并优化电流消耗。高分辨率的温度输出无须额外传感器便可实现高度计/温度计功能,可以与几乎任何微控制器连接,且通信协议简单,无需在设

备内部寄存器编程。MS5611 - 01BA 压力传感器只有 5.0 mm × 3.0 mm × 1.0 mm 的小尺寸,可以集成在移动设备中。这款传感器采用领先的 MEMS 技术,并得益于 MEAS 十余年的成熟设计以及大批量制造经验,具有高稳定性以及非常低的压力信号滞后。其各项参数如下:

分辨率:12  $\mu$ bar

所属品牌:Intersema

输出:24 位数字输出

量程:10 ~ 1200 mbar

封装:陶瓷

工作温度范围:-40  $^{\circ}$ C ~ 85  $^{\circ}$ C

精确度:25  $^{\circ}$ C、750 mbar 时,-1.5 ~ +1.5 mbar

供电电源:1.8 V ~ 3.6 V

类型:绝压

电气连接:表面贴装

特点:低功耗 1  $\mu$ A,集成数字压力传感器(24 位  $\Delta\Sigma$  模数转换器),I<sup>2</sup>C 和 SPI 接口,高达 20 MHz,无需外部元件(内部振荡器)。

收稿日期:2012-07-03

作者简介:赖贵川(1960-),男,四川自贡人,副教授,主要从事光电子技术应用方面的研究,(E-mail)guichuan1215@sina.com

## 2 气压和温度检测系统硬件设计

### 2.1 主控制器 MSP430F149 和 NOKIA5110 液晶显示器

压强和温度检测系统主控制器采用 MSP430F149 单片机,采用 64 脚 QFP 封装形式。它是 TI 公司的 MSP430 系列单片机,是一种超低功耗的混合信号控制器,能够在低电压下以超低功耗状态工作;其控制器具有强大的处理能力和丰富的片内外设;带 FLASH 存储器的单片机还可以方便高效地进行在线仿真和编程<sup>[2]</sup>。

压强和温度检测系统测量结果由 NOKIA5110 液晶显示器显示。NOKIA5110 液晶显示器上集成了 48 × 84 点矩阵 LCD 驱动芯片 PCD8544。PCD8544 是一块低功耗的 CMOS LCD 控制驱动器,设计为驱动 48 行 84 列的图形显示。所有必须的显示功能集成在一块芯片上,包括 LCD 电压及偏置电压发生器,只须很少外部元件且功耗小。它与微控制器的接口使用串行总线,采用的是 CMOS 工艺<sup>[3]</sup>。

### 2.2 气压和温度采集系统工作原理及结构框图

压强和温度检测系统的工作原理:MS5611-01BA

模块内含有高精度气压传感器和温度传感器,主要工作是测量气压和温度的数字值并将这两个参数值传送给 MSP430F149 单片机;MSP430F149 单片机是该设计的微控制器,主要工作是控制 MS5611-01BA 模块进行气压和温度参数值的测量,读取 MS5611-01BA 内部 PROM 中的出厂气压和温度的补偿值,通过计算得出精确的气压和温度,最后控制 NOKIA5110 液晶显示器模块将气压和温度显示出来。压强和温度检测系统整体结构框图如图 1 所示。

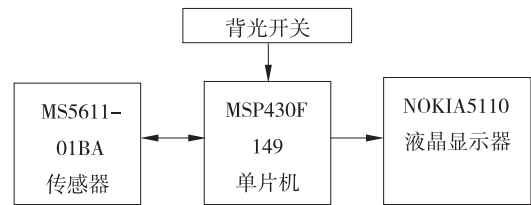


图 1 压强和温度检测系统整体结构框图

### 2.3 整体电路图的设计

通过对各个模块的所有引脚功能的分析,设计出了压强和温度检测系统的整体电路图<sup>[4-8]</sup>,如图 2 所示。

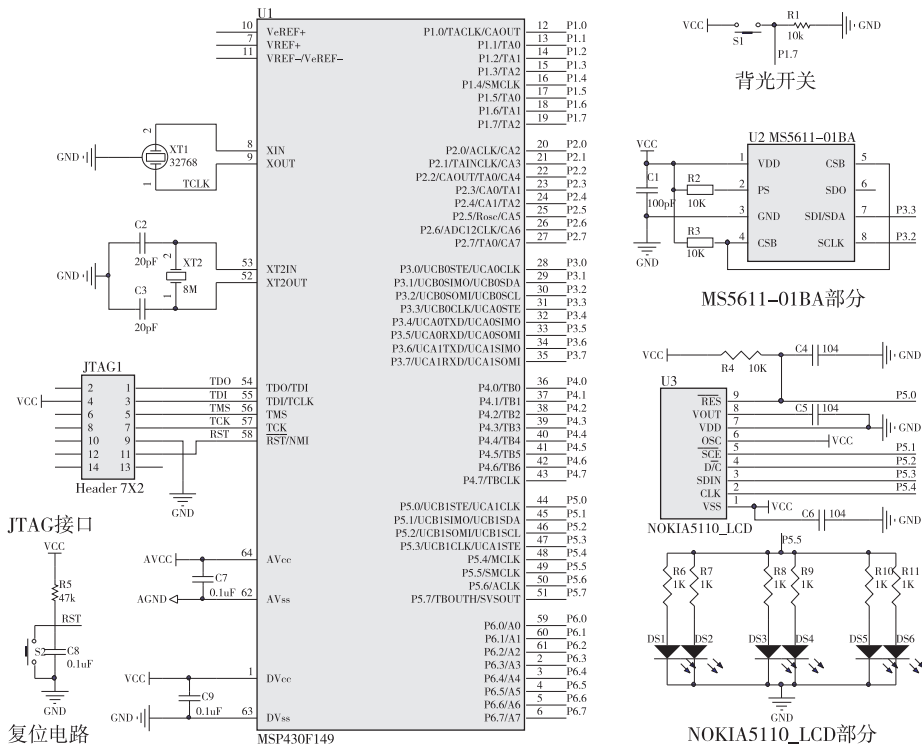


图 2 压强和温度检测系统的整体电路图

## 3 气压和温度检测系统软件设计

软件的设计包含三部分,第一部分是主程序,第二部分是定时器中断服务程序,第三部分是外部中断服务

程序。

在主程序中,首先是对各部分模块进行初始化设置,包括 MSP430F149 单片机内部的一些资源配置(主要有关闭看门狗、设置主系统时钟、Timer\_A 配置、外部

中断配置和 I<sup>2</sup>C 总线初始化)、NOKIA5110 液晶显示器模块初始化、显示固定的“Temperature:”和“Pressure:”、MS5611 模块初始化和读取补偿系数 C1 - C6 和校验。然后进入死循环,在死循环中,主要是实现反复的进行 ADC 转换、读取数字温度参数 D1 和数字气压参数 D2、计算温度和气压并显示温度和气压的过程。其中在每进行一次转换到显示过程后,定时器开始计数,进入低功耗模式,CPU 停止运行,当定时器计数到设定值时,将产生中断,由该中断将 CPU 唤醒,进入下一次循环,其流程如图 3 所示。

在定时器中断服务程序中,首先是将 CPU 唤醒,即退出低功耗模式,然后停止计数器计数。这样,在中断返回后,CPU 又开始运行了。定时器 A 中断服务程序流程图如图 4 所示。

在外部中断服务程序中,因为在按键按下和弹起的一瞬间电压可能有抖动,为防止中断多次触发,首先通过程序进行消抖。因为是多源中断,所以接下来手动清除中断标志位。最后,将控制背光的 P5.7 翻转,实现 NOKIA5110 液晶显示器背光的开关。外部中断服务程序流程图如图 5 所示。

#### 4 压强和温度检测系统的测试和分析

为证明压强和温度检测系统的可行性,在对系统进行理论设计后又进行了实物作品的制作,并对其精度、功耗和稳定性等进行了测试。

压强和温度检测系统测量结果的压强和温度都精确到了小数点后两位,将其与实验室中精确度稍微低一点的 LTP - 202 数字智能大气压计进行了测量结果比较(表 1),其一致性非常高。

表 1 测量结果对比

检测仪器	气压(mbar)/ 温度(℃)	气压(mbar)/ 温度(℃)	气压(mbar)/ 温度(℃)
检测系统	973.58/18.77	972.33/23.36	970.12/28.53
LTP-202	973.6/18.8	972.3/23.4	970.1/28.5

在进行系统功耗测试时,采用的是 3.3 V 供电,分别对关闭背光和开启背光时的电流进行了测量。在开背光的情况下,电流值在 12 mA 左右,关掉背光后,电流为 6 mA 左右。可以看出,压强和温度检测系统功耗非常的低。

对压强和温度检测系统进行长时间的运行检测,系统没有出现程序跑飞或其它异常情况,系统非常稳定。

#### 5 结束语

本文主要介绍了由 MS5611 - 01BA 气压传感器模

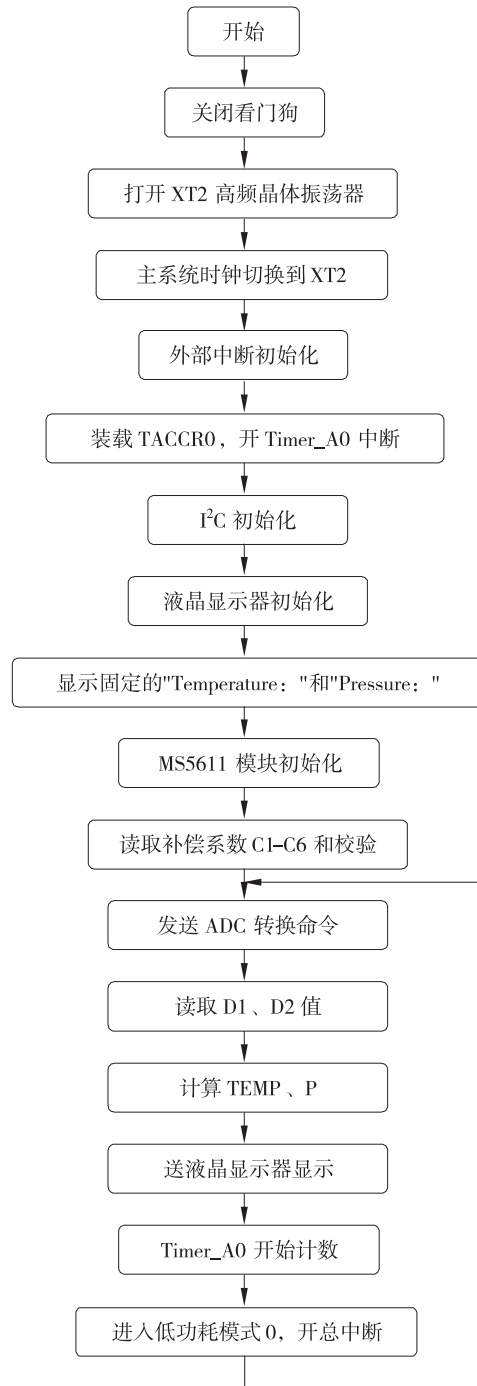


图 3 主程序流程图

块、MSP430F149 单片机、NOKIA5110 液晶显示模块和必要的外围电路组成的高精度气压和温度检测系统,并在理论设计的前提下,对该系统成功地进行了实物作品的设计和制作,该系统有以下特点:

- (1) 能对气压和温度进行高精度检测,并显示出来。
- (2) 全 3.3 V 供电的低功耗模块和单片机低功耗模式的使用,使整个系统功耗很低。
- (3) 程序的合理设计使整个系统非常稳定。
- (4) 各个模块的体积都比较小,使整个系统的体积

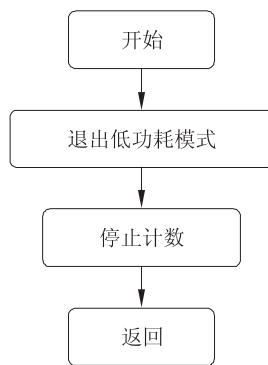


图4 定时器 A 中断服务程序流程图

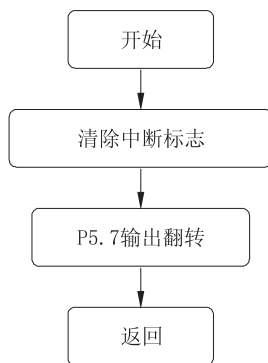


图5 外部中断服务程序流程图

较小。

本设计的应用前景:首先可以替代精度较低、功耗较大和体积也较大的老一代气压和温度传感器,用在实

验室和工业生产的环境检测中。其次,可以进行二次开发,设计成为移动高度计,多模手表等。

#### 参考文献:

- [1] 吴建平.传感器原理及应用[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [2] 沈建华,杨艳琴,翟晓曙.MSP430系列16位超低功耗单片机原理与应用[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3] Philips Semiconductors.48×84 pixels matrix LCD controller/driverPCD8544[Z]. Philips Semiconductors Inc, 1999.
- [4] 穆秀春,冯新宇.Altium Designer原理图与PCB设计[M].北京:电子工业出版社,2011.
- [5] 王志刚,唐飞.基于MS5534B的气压高度计系统的设计[J].微纳电子技术,2008,45(6):351-355.
- [6] Marko Pavlin, Darko Belavic, Franc Novak. Ceramic MEMS Designed for Wireless Pressure Monitoring in the Industrial Environment[J]. Sensors (Basel), 2012, 12(1):320-333.
- [7] 边海龙,孙永奎.单片机开发与典型工程项目实例详解[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [8] 曹莉,曾黄麟,乐英高.基于ZigBee和MSP430无线温度控制系统设计[J].四川理工学院学报:自然科学版,2012,25(1):52-55.

## Design of High Resolution Pressure and Temperature Measurement System Based on MS5611-01BA01

LAI Gui-chuan, HUANG Hua-wei

(School of Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** Pressure and temperature are important parameters in laboratory and in industry. It is great significance to measure these two parameters real timely and accurately to control the environment of the laboratory and industrial production. This design uses the ultralow-power MCU MSP430F149 by the I<sup>2</sup>C interface to control MS5611-01BA pressure sensor on high resolution pressure and temperature measurement. Finally, LCD will be used to display these two results. Each module of this design using the 3.3V supply voltage and the low-power operating modes of MSP430F149 make the total power consumption of the whole system very low. This design characterized by high resolution, low power consumption, good stability and high reliability is suitable for the laboratory and industrial production which is higher requirements. It can develop more functions for its good extended capability.

**Key words:** sensor; pressure measurement; temperature measurement; MCU; LCD