

基于 MSP430 的非接触式光电调平系统设计

周成刚

(上海科学院 集成电路制造装备研究中心, 上海 201203)

摘要: 介绍一种基于超低功耗 MSP430 的非接触式光电调平系统设计, 通过光电位置传感器 PSD S1880 采集调平光电信号, 经前置放大和信号调理后反馈给调平执行机构, 实现 0.08mrad 的调平精度。

关键词: MSP430; PSD; 激光

中图分类号: TM930

文献标识码: B

文章编号: 1006-2394(2009)11-0019-02

Design of Non-contacted Photo-electronic Parallel Control System Based on MSP430

ZHOU Cheng-gang

(Integrated Circuit Manufacturing Equipment R&D Center, Shanghai Academy of Science & Technology, Shanghai 201203, China)

Abstract: A design of an automatic non-contacted photo-electronic parallel control system based on MSP430 is developed. The angle signals are detected by two-dimensional position sensitive detector S1880. Through pre-amplification and signal conditioning, parallel control actuator is driven by the angle signals. Thus, 0.08 mrad angle resolution could be achieved.

Key words: MSP430; PSD; laser

1 非接触式光电调平系统的总体结构

基于 MSP430 和位置传感器 PSD S1880 的非接触式光电调平系统结构如图 1 所示, 主要有 3 部分组成。第 1 部分为激光测角放大模块, 利用光杠杆原理, 将倾角信号放大 1000 倍的同时转化为位置信号; 第 2 部分为光电位置信号测量系统, 采用日本 HAMAMATSU 公司的光电位置传感器 PSD S1880 将光位置信号转化为电信号, 经过前置放大、信号处理、AD 转换后输入 MSP430; 第 3 部分为通信系统, 用来将调平信号发送给主控计算机, 进而控制调平机构的运动。

1.1 激光测角放大原理

激光测角放大的原理如图 2 所示。

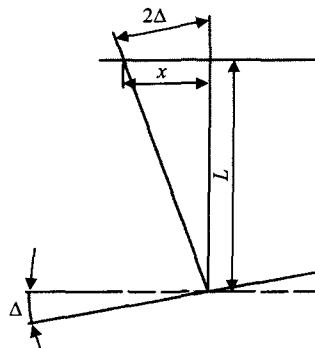


图 2 激光测角放大原理

假设待测平面偏离基准平面的角度为 Δ , 该平面反射回来的光线在探测平面上移动的距离为 x , 探测平面与基准平面之间的间距为 L , 则当 Δ 较小而 L 足够大的情况下近似有:

$$x = L \tan(2\Delta) \approx 2L\Delta \quad (1)$$

在探测平面位置分辨率不变的情况下, 理论上 L 越大, 可探测的转角 Δ 越小, 角度放大倍数为 $2L$ 。

1.2 光电位置信号测量前置放大电路

日本滨松 (HAMAMATSU) 公司的 PSD S1880 是一款二维枕型位置敏感探测器, 它不仅具有一维 PSD 位

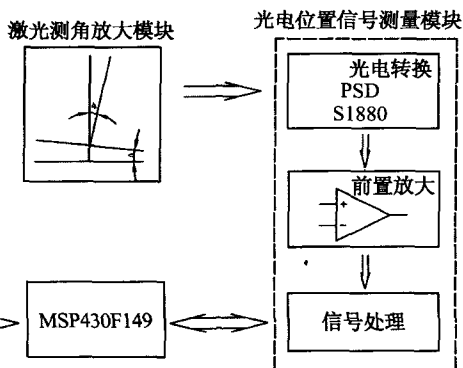


图 1 非接触式光电调平系统结构框图

收稿日期: 2009-06

作者简介: 周成刚(1978—), 男, 博士, 研究方向为集成电路制造装备、光机电一体化仪器。

置检测误差小和位置分辨率高的特点,同时具有二维 PSD 自身反应速度快和模糊电流低的优点。它的光谱响应范围为 320nm ~ 1060nm,峰值波长为 920nm,峰值波长处的灵敏度为 0.6A/W。光敏面中心处位置检测误差典型值仅为 ± 0.08mm,在本系统中可实现 0.08 mrad 的倾角检测。由于 PSD 检测的位置信号是以电流的形式从电极输出的,并且输出的电流信号非常微弱(一般仅在 μA 级),因此,前置放大电路应选用运算放大器构成的电流 - 电压转换电路,并且为了降低电路噪声,采用图 3 所示的光电模式。

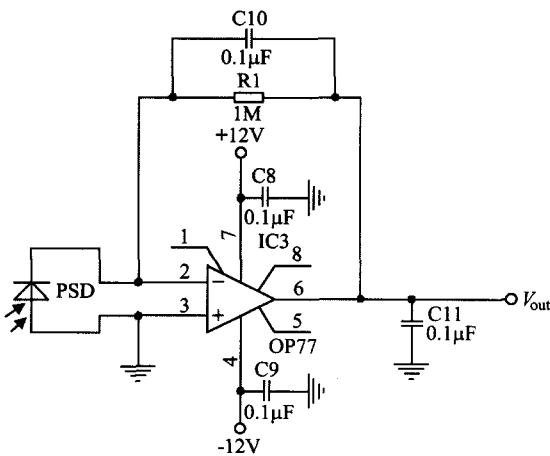


图3 PSD 电流 - 电压转换前置放大电路

为了防止存在于电源线中干扰运算放大器的交流噪声,运算放大器的电源管脚利用了低感抗的 0.1μF 陶瓷电容器对地旁路。这些解耦电容也有助于中和掉来自电源线和地线的非零电抗所形成的虚假反馈环路,以避免这些虚假环路可能造成的稳定性问题。同时,为了使这些措施更为有效,接线头一定要短以使分布电感最小,并且电容器应安装在尽量靠近运算放大器管脚的位置。在电路板的电源电压入口处利用极化电容器对地旁路,并尽可能采用宽的地线。

1.3 MSP430F149 主控芯片

本系统所选用的处理器是美国德州仪器公司(TI)生产的超低功耗 16 位混合信号处理器 MSP430 系列单片机,具有如下特点:功耗低,具有 5 种节能工作方式;高效 16 位的精简指令集结构,27 条指令;低电压供电,宽电压工作范围(1.8 ~ 3.6V);具有串行在线编程能力;强大的中断功能以及 ESD 保护,抗干扰能力强等。

MSP430F149 由以下部分组成:(1)基础时钟模块,包括 1 个数控振荡器(DCO)和 2 个晶体振荡器;(2)看门狗定时器(Watchdog Timer);(3)带有 3 个捕捉/比较寄存器的 16 位定时器 Timer_A3;(4)带有 7 个捕捉/比较寄存器的 16 位定时器 Timer_B7;(5)2 个

具有中断功能的 8 位并行端口 P1 与 P2;(6)4 个 8 位并行端口 P3、P4、P5 与 P6;(7)模拟比较器 Comparator_A;(8)12 位 A/D 转换器 ADC12;(9)2 个串行通信接口 USART0 与 USART1;(10)1 个硬件乘法器。

1.4 放大倍数的选择电路

由于照射在 PSD 平面上的光斑辐照度不总是相同的,因此,为避免辐照度过小或过大可能会带来的电信号幅度变化超出系统电压允许范围,同时为了节约成本,系统还采用选择开关 ADG659 进行不同放大倍率通道之间的选择。放大倍率的选择信号由 MSP430 根据光照度信号的强弱自动调节。

1.5 其他硬件电路

上电后 MSP430 通过串口与上位主控计算机通信,为使用方便,供电电路设计为直接从主控计算机 USB 接口取电的方式,MSP430 的工作电压范围为 1.8 ~ 3.6V,因此从主控计算机的 USB 口取电后需将 USB 口 5V 的电压转换为 3.3V 使用。

2 软件设计

非接触式光电调平系统的主要流程如图 4 所示,首先对光电信号进行预采,判断其强度后选择合适的放大倍数,然后采集并跟踪 PSD 位置信号,计算角度误差后判断误差是否超出预设阈值,若超出阈值,则将角度误差修正作为反馈信号传输给调平机构执行调平,调平后再次判断,直至角度误差在允许阈值之内,通知主控计算机后结束。

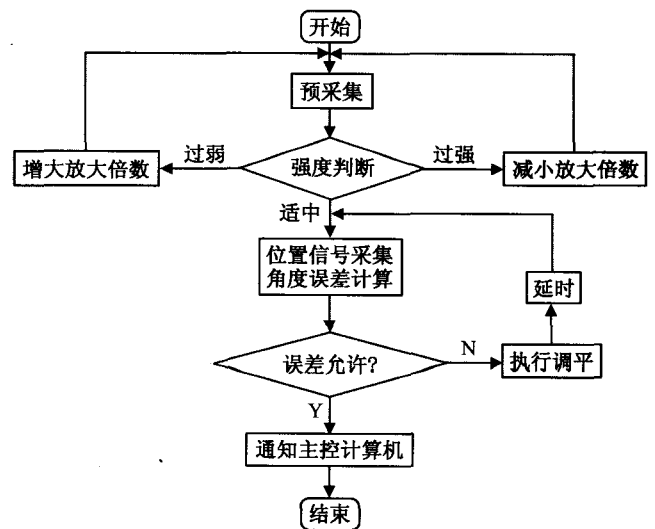


图4 非接触式光电调平系统流程图

3 结束语

本系统采用MSP430作为处理器,在接收上位机
(下转第 23 页)

用专用电路 MAX7219。MAX7219 是一种串行接口的 8 位数数码管显示驱动器。它与通用微处理器只有 3 根串行线相连,最多可驱动 8 个共阴数码管或 64 个发光二极管。它内部有可存储显示信息的 8 × 8 静态 RAM,动态扫描电路,以及段、位驱动器。本例中使用 6 位 7 段 LED 显示测试结果,电路如图 5 所示。

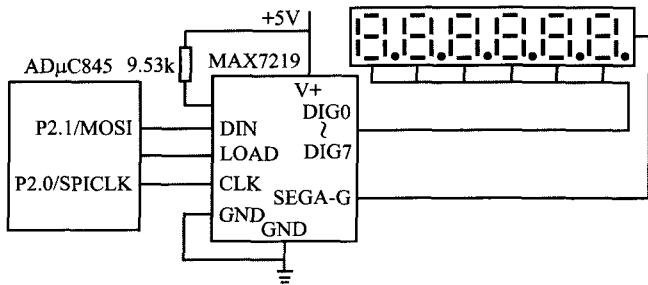


图 5 显示接口电路

3.4.2 键盘接口电路

按键个数根据实际要求设计,比如功能选择键、确认键、数值加键、清零键、打印键和数值减键等,按键直接连接到 ADμC845 的通用 I/O 口。

3.5 电子秤与上位机的通信

电子秤可以使用 RS-232C 与 PC 机通信,工业应用时,低速静态测试仪器常配以 RS-485 接口,以方便组成 485 测试总线。因此,在本系统中带有 RS-232C 和 RS-485 双接口,工作方式切换通过软件进行,通过按键设置,存储在片上存储器中,且硬件上增加数据选择器一个。如图 6 所示,RXD 连接 ADμC845 的 P3.0/RXD, TXD 连接 ADμC845 的 P3.1/TXD, RS-232/485 为通信方式选择: 0 时选择 RS-485 通信方

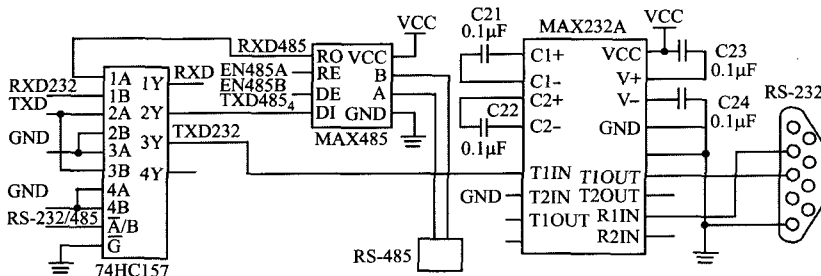


图 6 可用软件选择的 RS-232C 和 RS-485 双接口

式,这时的数据流向通过 EN485A 和 EN485B 控制。

4 软件设计

系统的软件主要包括以下几大模块:主程序模块、数据采集模块、称重和计价管理模块、显示模块、打印购物清单模块、串行通信模块等。

(1) 主程序模块:主要完成系统及可编程芯片的初始化及按需要调用各模块。

(2) 数据采集模块:完成对数据的采集及处理。

(3) 称重计价管理模块:主要完成去皮、调零、称重、计价、找钱和累加等。

(4) 显示模块:主要用于显示各级菜单、实时显示货物质量、单价、总价或其他状态等参数。

(5) 打印购物清单模块:主要完成打印购物清单功能。

(6) 串行通信模块:控制电子秤与上位机的通信。完成串行口的初始化、波特率和数据格式的设置,并将采集或处理后的数据传给上位机,实现更高层次的管理和网络化的管理。

5 结束语

ADμC845 是面向数据采集的片上系统,它的功能强、精度高、性价比好,适用范围广,以它为核心的数字电子秤电路简单、功能强、性能稳定、可靠性高,必将得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 王煜东. 传感器及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
- [2] 张明,谢列敏. 计算机测控技术[M]. 北京:国防工业出版社,2007.
- [3] 林凌. 新型单片机接口器件与技术[M]. 西安:电子科技大学出版社,2005.
- [4] 李刚,林凌. ADμC845 单片机原理、开发方法及应用实例[M]. 北京:电子工业出版社,2006.
- [5] 谢晓广,李业德. 基于单片机的超市电子计价秤的设计[J]. 电脑知识与技术,2008(11):377-379. (丁云编发)

(上接第 20 页)

指令后,自动采集光电调平信号,选择合适的放大倍率,对角度误差信号计算判断后通知调平机构执行自动调平,调平完成后通知上位机执行后续任务,系统体积小,且智能性高。目前在实验室无掩模光刻系统中运行稳定,精度可靠,可实现 0.08mrad 的调平精度。

参考文献:

- [1] 胡大可. MSP430 单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [2] Sergio Franco. Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits[M]. 3rd ed. McGraw-Hill Higher Education,2002.

(郁菁编发)