

基于 USB 接口的采集系统在镀膜中的应用

The Application of Data Sampling System Based On USB Interface in The Coating Production

(1.中国人民解放军 91550 部队;2.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;3.中国科学院研究生院)张 鹏¹ 高世杰² 李 增^{2,3}

ZHANG PENG GAO SHIJIE LI ZENG

摘要:在镀膜生产中,镀膜的厚度是镀膜质量的关键,利用自制的基于 USB 接口的数据采集系统成功实现了对镀膜反射率的计算,实验证明:该采集系统的采样频率为 110K/S,采样精度为 30.5 μ V。通过良好的人机交互界面,方便地控制镀膜时间,极大地提高了生产效率。

关键词:通用串行总线;异步串行通讯;镀膜

中图分类号:TP302.1 **文献标识码:**A

Abstract:During the production of coating, the thickness of coating is the key factor of the production quality. We have succeeded in calculating the reflectivity of coating by using the data sampling system which based on USB interface. Finally the result given by experiment shows that the sampling frequency is 110K/S and the sampling precision is 30.5 μ V. We can control the coating cycle conveniently and enhance the productivity greatly by using the application program.

Key words:USB, UART, Coating

1 镀膜生产中测量反射率背景

在镀膜生产中,反射率是控制镀膜厚度的重要参考依据,目前大多数镀膜生产中都采用类似的方法测量薄膜反射率,最简单高效的方法是利用一个光源通过调制盘发出相位不同、频率相同的光信号,其中一路光信号 S 通过有待镀膜实体的反射和另一路原始光信号 R 进入单色仪,经光电倍增管,将光信号转换为电信号,在一路模拟信号中将频率相同的光电转换后的两路信号叠加,这时我们通过数据采集的手段,将两种光信号转换而来的电信号数字化,如果分别将 S、R 光信号产生的电压记做 V_s 、 V_r ,那么我们所关心的反射率就是 V_s/V_r 。通过分析折射率与时间的关系可以知道镀每一层膜是否完毕以及均匀情况。

2 设计方案介绍

2.1 系统总体介绍

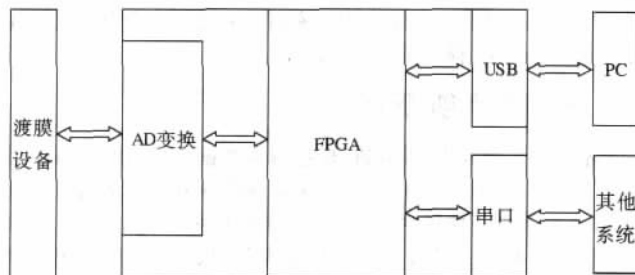


图1 数据采集系统框图

基于以上对镀膜生产中关键参数的介绍,我们可以知道本系统重点在于对于有用信号 V_s 、 V_r 的提取、采集从而数字化,通过 USB 接口传送到 PC 中,从而完成对于数据的处理以及电

压-时间关系曲线的直观显示。系统框图如图 1 所示:

可以看到,整个系统以 FPGA 为控制核心,完成对 AD 转换、打包数据到 USB 端、串行数据的接收发送几部分的控制。在主机端,通过应用程序对采集系统进行操作,方便地控制镀膜的生产过程。

2.2 主要电子器件的选取

系统中 FPGA 选用 Altera 公司生产的 Cyclone 系列的 EP1C12Q240C8,主要是由于该款器件的核心工作频率高达 275MHz,而且 I/O 管脚丰富,价格合理。

AD 转换芯片选用 AD 公司的 AD7864,该款芯片 AD 转换精度为 12 位,电压输入范围是 $\pm 10V/\pm 5V$,转换速度为 130KSPS,性能完全满足系统的要求。

USB 接口芯片采用了 Cygnal 公司的 CP2101 芯片,CP2101 是一种高度集成的 USB 转 UART 桥接器,它包含有 USB2.0 全速功能控制器,由于速度快,体积小,在手机电路中应用广泛。应用在本系统不但可以满足传输速率的要求,而且节省板卡空间、降低成本。

2.3 系统工作原理

基于以上对整体方案的介绍,利用 AD 公司的 AD7864 实现对运放处理后的模拟信号数字化,经由 FPGA 对 AD7864 进行控制以及 AD 转换数据的接收。考虑到 AD7864 转换的速度不高,转换后的数据量不大,因此决定利用 USB 接口将数据发送到 PC 端,同时利用串口作为备用接口以便实现和其他系统的数据传输。由于 FPGA 的优势在于时序方面控制的快速、灵活性,所以串口部分的接收和发送没有采用传统的利用串并转换芯片实现的方法,而是基于串口通信的原理,在 FPGA 内部编码实现串行数据的收发。

3 具体实现方法

系统的实现分为硬件设计以及软件编程两个部分,其中由于硬件结构比较简单,考虑到对模拟信号的放大以及滤波处理

张 鹏: 工程师

基金项目:吉林省科技厅自然科学基金(20030535);

中科院二期创新项目(C04708Z)

直接影响 AD 的转换效果而且电光转换后的 R、S 信号幅值较低, 所以需要对信号进行放大以及滤波, 在系统中采用二级放大电路, 放大系数分别时 8 倍和 10 倍, 两级放大对于信号的滤波以及微弱信号的检测都是有利的。

软件部分主要是包括 FPGA 逻辑代码, 以及 PC 机主控制程序, 其中 FPGA 代码主要完成对数据的采集及其发送, 主机端通过对 FPGA 传送的数据进行分析, 最终通过良好的人机操作界面, 实时显示电压-时间曲线, 完成观察 V_s/V_r 比值, 获取镀膜反射率的信息。以下给出具体的介绍:

3.1 FPGA 逻辑代码

FPGA 逻辑代码主要完成以下 3 个功能:

1. 对 AD7864 的控制以及接收 AD 转换完毕的数据;
2. 将数据打包发送到 USB 端以及串口端;
3. 实现串口协议, 完成串行数据的收发。

图 2 是 FPGA 内部逻辑代码的工作流程图:

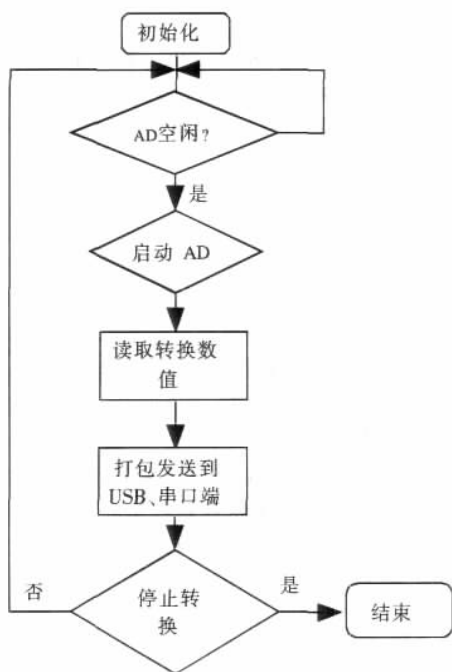


图 2 FPGA 工作流程图

由流程图可见: 整个 FPGA 逻辑以 AD 采集为核心, 初始化后控制 AD 的转换开启, 由于 AD7864 转换精度是 12 位占用两个字节, 而且对于电压的分析以及波形的显示都是在主机端完成的, 所以在 FPGA 中只需要对这两个字节进行打包, 通过 USB 发送到主机中就可以了。

串口协议的实现:

在 FPGA 中, 编写了实现串行数据的发送和接收的代码, 主要是利用串行通讯的原理, 通过主机端设置通讯波特率, FPGA 获取 USB 接口传输的命令信息, 以相应波特率发送和接收数据, 从而完成数据的传输。

3.2 时序分析

清楚地分析系统中的时序, 是 FPGA 工作的基础, 本系统工作时序图如图 3 所示:

图中 StopFlag 信号用来控制是否停止 AD 转换, 这个命令是通过主机端设置的。当该信号有效时, FPGA 产生 CONVST 信号启动 AD 转换, 此时 AD 处于忙状态, EOC 信号是 AD7864 四个模拟通道转换完毕产生的信号, 当连续产生四个 EOC 下降沿

信号后, 表示 AD 转换完毕, 这时, 我们使得 CS 信号处于低电平表示选通 AD7864, 同时将四个通道转换完毕的电压值依次读出, 当然在本系统只是用了一个 AD 通道, 但是考虑到 AD7864 的工作原理以及日后对其他通道的使用, 仍旧采用了读取四次的工作方式, 当接收完毕 AD 转换的数据后, 对接收的数据进行打包, 发送到 USB 端, 从而实现主机端数据的接收过程。

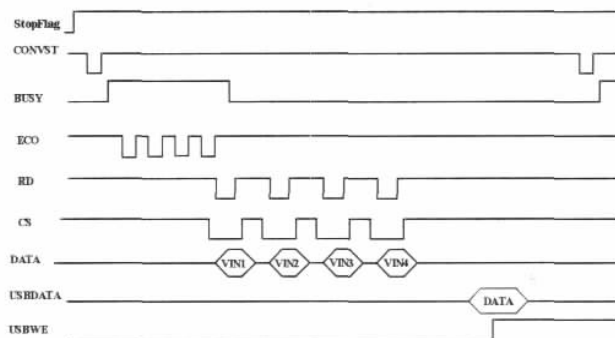


图 3 系统工作时序图

3.3 主机端程序

主机端采用 VC 编写了良好的人机界面, 主要是完成对 FPGA 传送的电压值的计算, 从一系列的电压数值中分离 V_s/V_r 的数值, 并且实时显示 V_s/V_r 以及 V_s/V_r 几个变量的时间关系曲线, 另外在主机端可以对串口通信的波特率以及是否停止 AD 转换等参数进行设置。另外根据镀膜生产中, 积累的实验结果, 可以在程序中对 V_s/V_r 以及 V_s/V_r 几个变量设定范围, 当超出或者达到预计的数值时, 给出提示, 从而实现自动判断镀膜的均匀程度以及确定每一层膜的完成情况。

4 实验结果及其现实意义

本采集系统已经成功应用到实际镀膜生产中, 该采集系统的采样频率为 110K/S, 采样精度为 30.5 μV 。通过观测实时显示的电压-时间关系曲线, 参照应用程序给出的关于 V_s/V_r 以及 V_s/V_r 几个数值的提示信息, 可以及时准确地获得镀膜状况, 改变了以往利用人工读取电压获得 V_s/V_r 得方法, 大大提高了工作效率, 从很大程度上提高了镀膜精度。

经比较: 镀 1 块 5 平方厘米的玻璃(镀膜层数为 12 层), 总镀膜时间保持不变的情况下, 减少了 PZ-8 电压表以及锁相放大器两套检测设备, 增加了一台价值 2000 元左右的 PC 机和采集卡, 生产成本降低约 2.5 万元, 镀膜成品率由以往的 30% 上升到 95% 以上。克服了以往人为因素引入的镀膜不充分以及镀膜时间过长的不足, 提高了镀膜成品率。

5 设计创新点

本文作者创新点: 利用 PC 机控制本数据采集系统完成镀膜生产, 通过 PC 机应用程序实时准确地控制镀膜的均匀性和时间, 极大地提高了镀膜生产效率。数据采集系统采用 FPGA 准确地控制系统时序, 利用 USB 接口完成 PC 机命令代码的发送以及对采集数据的接收, 具有即插即用的灵活性以及传输的快速性, 本系统应用于镀膜生产中是对传统镀膜方法的一次革新。

参考文献

- [1] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社 2003
- [2] 林俊杰. Visual C++ 程序设计经典[M]. 北京: 科学出版社 1999
- [3] 李敏杰, 魏仲慧, 何昕. 基于 FPGA 的多功能图像目标发生器的设计与实现[J]. 微计算机信息, 2005, 12-2: 126-127

(下转第 14 页)

$V=0.003716 \times +0.07699$

LM2917N-8 的频率-电压转换波形, 测量结果与拟合直线如图 4 所示:

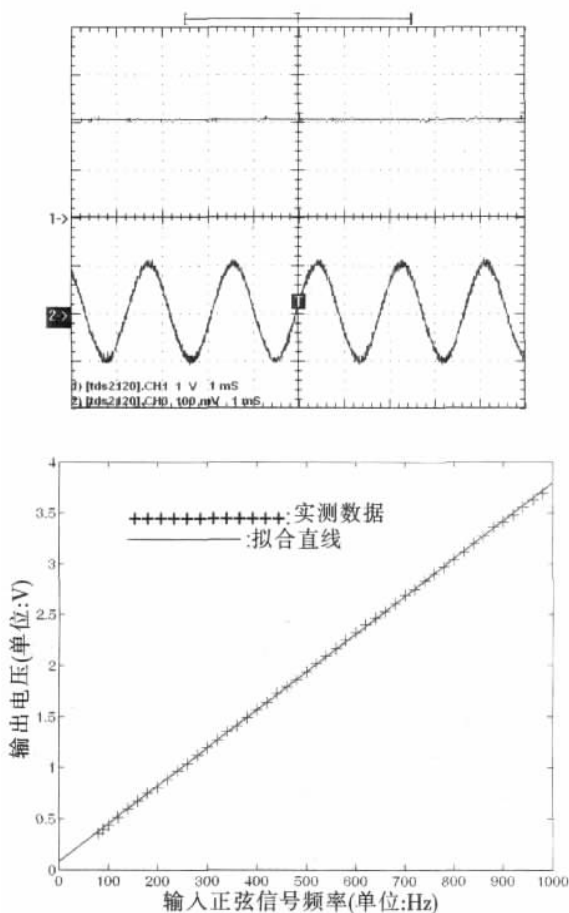


图 4 LM2917N-8 频率-电压转换波形, 测量结果与拟合结果对照图

从测量结果与拟合结果可以看出 LM2917N-8 有一个较小的偏置, 整个测量带宽内有良好的线性, 可以据此来正确监测陀螺抖动偏频信号, 在实际使用中也得到了稳定的测量结果。

6 结论

本文开发的便携监控终端是一种简单的嵌入式系统应用, 选用的器件主要有: P89LPC935 单片机, ZLG7290 数码管/按键扫描驱动器, MAX3323 串口电平转换芯片, MIC5206-3.3BM5 电源稳压芯片, 8 位 0.3 英寸 LED 数码管, LM2917N-8 频率电压转换芯片, DS600U 温度传感器芯片, 薄膜按键, 宁波三和壳体公司的 21-20 便携式仪器壳。该监控终端采用 9V 电池或 6V 电池供电, 最大耗电 50mA, RS232 串行通信速率达到 115.2kbps, I²C 串行通信速率达到 24kbps, -30 ~ +50 稳定范围内下工作稳定可靠, 按键手感好, 触压稳定可靠, 在实际的应用中使用效果良好, 性能稳定。

本文作者创新点: 选择合理的器件, 选择合适的技术, 研制了便携、宽温工作的智能监控终端, 在实际应用中有一定的参考意义。

项目经济效益 20 万元。

参考文献

[1]田泽编著. 嵌入式系统开发与应用教程. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

[2]王浦, 孔力, 常英军. 单片机测控系统的软硬件平台技术[J]. 微计算机信息, 2003, 11: 52-53.

[3]P89LPC935 使用指南. 广州: 周立功单片机发展有限公司, 2004

[4]谭思云, 周仲. P89LPC935 单片机在串口通信和 ICP 编程上的应用[J]. 微计算机信息, 2005, 7: 66-67.

[5]ZLG7290 I²C 接口键盘及 LED 驱动器. 广州: 周立功单片机发展有限公司, 2004

[6]LM2907/LM2917 Frequency to Voltage Converter [Z]. National Semiconductor, Inc, 2003

[7]汤建勋等. 机械抖动激光陀螺抖动机构的设计. 激光杂志, 2000, 21(2).

[8]DS600 Accurate Analog-Output Temperature Sensor [Z]. MAX-IM, Inc, 2005

作者简介: 贾宏进(1973-), 男(汉), 山东文登人, 国防科技大学光电学院, 博士研究生, 研究方向为光电仪器与测控技术; 秦石乔(1963-), 男(汉), 博士, 光学工程专业, 现主要从事光电精确制导, 光电仪器与测控技术研究。

Biography: Jia Hong-jin (1973-), Male (Han), Shandong Province, College of Opto-electronics Science and Engineering, National University of Defense Technology, Candidate of PhD, Research Area: Photoelectric Instrument and Technology of Measurement & Control; Qin Shi-qiao (1963-), Male (Han), PhD, Optical Engineering Major, Research Area: Photoelectric Precision Guidance, Photoelectric Instrument and Technology of Measurement & Control.

(410073 长沙 国防科技大学光电学院) 贾宏进 秦石乔
王省书 黄宗升

(College of Opto-electronics Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan 410073, China) Jia HongJin Qin ShiQiao Wang ShengShu Huang ZongSheng

通讯地址: (410073 湖南 长沙国防科技大学光电学院光信息系) 贾宏进

(收稿日期: 2007.8.23)(修稿日期: 2007.9.25)

(上接第 172 页)

[4]卓兴旺, 基于 Verilog Hdl 的数字系统应用设计. 北京: 国防工业出版社, 2006.1

作者简介: 张鹏(1979—), 男, 汉族, 乌鲁木齐, 中国人民解放军 91550 部队装备部测靶科, 主要研究方向为测量与控制。

Biography: Zhang Peng (1979 -), male (the Han Nationality). He's hometown is Wulumuqi. At present he is an assistant engineer in department of logistics belonging to 91550 Armies, and he is being engaged in the speciality of measure and control. (116023 辽宁大连 中国人民解放军 91550 部队装备部测靶科) 张鹏

(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 高世杰 李增

(100039 北京 中国科学院研究生院) 李增

通讯地址: (130033 长春 长春经济技术开发区营口路 20 号 B 座 414 室) 高世杰

(收稿日期: 2007.8.23)(修稿日期: 2007.9.25)