

·激光技术·

高精度双路相关脉冲激光器的设计

叶本志, 汪高勇, 叶文

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

摘要:基于复杂可编程逻辑器件(CPLD)和单片机技术,设计了一种高精度多功能双路相关脉冲激光器,从整体上介绍了设计此设备需考虑的几个方面,并重点阐述了单片机模块、CPLD处理单元、高精度时钟和驱动电路的基本设计方法。通过实验测试验证展示了本设计的功能和精度要求。

关键词:双路相关;CPLD;脉冲激光器;多功能

中图分类号:TN242

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2013)-03-0019-04

Design of Correlation Pulse Laser with High Precision and Two-path Circuit

YE Ben-zhi, WANG Gao-yong, YE Wen

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

Abstract: Based on the technology of complex programming logic device (CPLD) and micro-computer unit (MCU), a correlation pulse laser with high precision, multi-purpose and two-path circuit is designed. Several aspects to be considered in design are introduced. And basic design methods of MCU module, CPLD processing unit, high precision clock and driving circuits are introduced. Requirements of functions and precision of the design are tested and showed by experiments.

Key words: two-path circuit correlation; complex programming logic device (CPLD); pulse laser; multi-purpose

光电应用技术的发展使之在越来越多的场合需要用到对激光器的控制,或是用模拟激光信号来进行实验研究及对仪器设备的检测^[1]。为此研究设计了高精度双路相关脉冲激光器^[2](简称脉冲激光器),双路相关是指以一路信号A为基准,另一路信号B根据时序差参数序列模拟相对基准信号A的超前或滞后,也可称之为模拟抖动。参数序列可以是有规律的某些曲线,也可是随机的参数^[3]。

1 脉冲激光器电路框图与工作原理

高精度双路相关脉冲激光器电路部分主要包括:(1)单片机模块;(2)复杂可编程逻辑器件(CPLD)处理单元;(3)液晶显示屏;(4)键盘;(5)光电隔离电路;(6)驱动电路等。其电路框图如图1所示。

整个设计在选用高精度时钟器件的基础上,结

合复杂可编程逻辑器件(CPLD)的快速处理能力,使设备达到了高精度的设计要求。设备通过自制4×5键盘输入按键信息,经软件处理后根据按键信息进行相应操作和参数设定,并将脉冲编码信息和重要参数存储到E²PROM中,在所有的编码信息设置完毕后,单片机控制编码产生电路工作,当一个编码脉冲信号产生时,RAM寻址电路将被启动,RAM自动寻址电路会将下一个编码周期值读入到编码产生电路中,这样便周而复始地产生了序列编码脉冲信号。另一路经过相关性生成电路处理后按照时序差参数序列输出编码脉冲信号,从而实现两路的相关性。

在通信设计上,激光器提供了一路RS-422电平的全双工串行口以及一个DB9接口的RS-232串口。RS-422差分口可用于远距离通信,而RS-232串口可通过普通串口线与PC机直接相连,直接由PC机下载各参数到脉冲激光器中,使用起来非常方便。

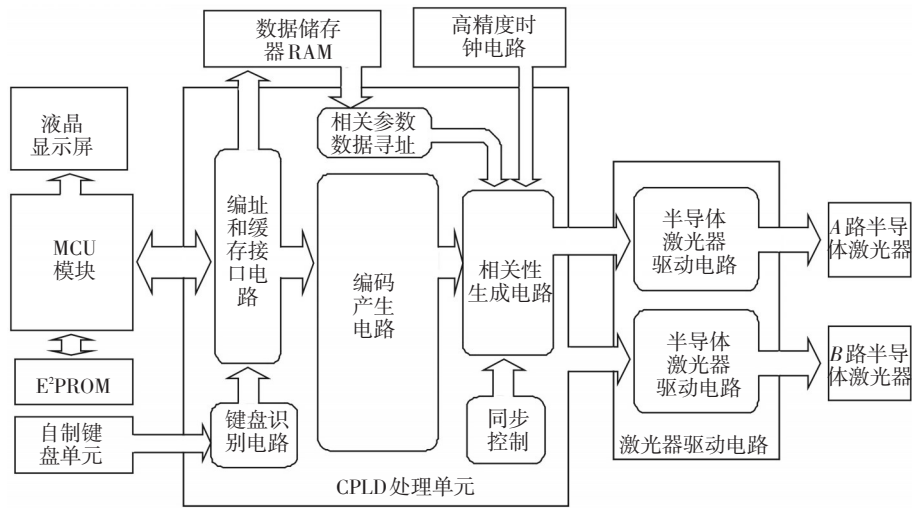


图1 双路相关脉冲激光器电路框图

2 脉冲激光器主要电路设计

高精度双路相关脉冲激光器电路设计主要由四部分组成:单片机模块(MCU)、CPLD处理单元、高精度时钟和驱动电路^[2]。

2.1 单片机模块

单片机模块主要包括液晶驱动、E²PROM闪存、时钟和复位电路。设计中液晶屏选用图形液晶,图形液晶可在编程时对每个像素点进行编辑,编辑人机对话界面时可方便灵活地绘制各种图形及文字,使人机界面具有人性化及观赏性。E²PROM掉电闪存电路负责在关电或掉电后自动保存当前参数设置,在下次加电后自动调用参数设定避免重复设置^[4]。

2.2 CPLD处理单元

CPLD处理单元是双路相关脉冲激光器实现编码和相关功能的主体部分,由图1可以看出,此处理单元主要由六部分组成:(1)编址和缓存接口电路;(2)键盘识别电路;(3)编码产生电路;(4)相关参数数据寻址;(5)相关性生成电路;(6)同步控制。将这些功能电路集成在同一片CPLD内,节省了大量的外部硬件资源,同时增强了整个处理电路的抗干扰能力,使得电路工作更加快速稳定。

CPLD设计的键盘识别电路可以任意搭配M*N键盘,在工程使用设计中非常方便。键盘识别电路负责识别外围4x5键盘的按键信息,整个识别电路构成及工作流程如图2所示。

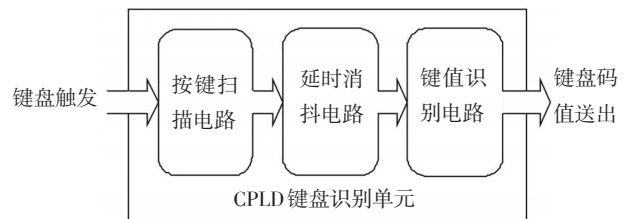


图2 键盘识别电路构成及工作流程

4x5矩阵式键盘接口由4根行线和5根列线组成,行线做输出、列线做输入。按键扫描电路每隔一定时间向某一行输出一个低电平信号,如果此时有按键按下,马上启动延时消抖电路,对按键进行10ms的防抖处理之后,对码值进行识别和锁存,同时产生一个低电平信号,该信号引到单片机的中断输入端引起单片机中断,并对按键信息进行读取^[4]。

CPLD中的编码产生电路主要由24位计数器、24位比较器、锁存器、D触发器和各种门电路组成。计数器和比较器配合工作框图如图3所示,计数器选用50MHz外部时钟,从RAM寻址电路选取的编码周期值作为24位比较器的基准数据,由计数器产生的数值作为输入数据,当计数器产生的数据和比较器的基准数据相等时,会输出一个脉冲信号给展宽驱动,此信号的脉宽可以通过脉宽调整电路调整以便得到所需的脉宽,同时该信号也会复位计数器,并且通知功能管理电路进行新编码加载^[5]。

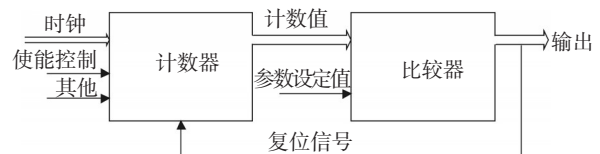


图3 计数器和比较器配合工作框图

相关性生成电路主要由锁存器、计数器和比较器构成,相关性的参数数据提前存储到外部RAM中,当激光编码脉冲发生时,按照参数序列提前从RAM中读取参数装载到CPLD内部的锁存器中。第二路激光便根据参数序列产生相对于第一路激光超前或滞后的激光脉冲,从而实现双路的相关性^[2]。

2.3 高精度时钟电路

高精度时钟是使整个系统具有高精度的基础,它的重要特点是工作温度范围内的稳定性及精确性。设计中采用了恒温晶振(OCXO),这种晶振的稳定度超过了0.1 ppm,同其他类型晶振相比也具有最好的相位噪声性能^[7]。选用此种晶振可很好地解决频率上的时间累积误差和环境温度变化引起的频率漂移。

设计中恒温晶振配合外部电压调节电路,可对晶振频率进行微调,这样即便晶振使用多年后精度发生变化,也可采用电压调节的方法进行校正,从而保证时钟频率的长期稳定性和精确性。

2.4 驱动电路

整个电路的驱动电路包括激光设备驱动电路、光电隔离电路和半导体激光器驱动电路。激光设备驱动电路采用集成驱动芯片MAX245HC,芯片输入端直接与CPLD相连,输出端引入光电隔离电路^[3]。通过光电隔离电路避免了外部设备对自身设备的干扰^[14]。

半导体激光器驱动电路主要采用DC/DC升压模块,储能电解电容^[4]和高速CMOS三极管构成^[1],替代了老式采用三极管自振荡升压方式的驱动电路,极大地优化了驱动电路^{[5][10]}。

3 脉冲激光器软件设计

脉冲激光器的软件部分通过高级C语言编写,由3个主要模块组成:编码设置模块、液晶信息显示模块和通信模块。各模块是由实现不同功能和作用的各种函数构成,这样在编程时根据需要直接修改相应函数即可,既方便灵活又使程序具有很好的可移植性和通用性。

脉冲激光器软件设计中,通信波特率采用19.2 Kbps,通信格式如表1所示。在信息处理中为了把信

息内的特殊字符(如头、尾字符)和真正的头尾字符区分开,在帧信息区内使用透明符做数据鉴别,使用方法为:除头尾符外,信息帧内若出现与头、尾及透明符相同的数据,则在其前增加透明符,接收方收到信息后要先剔除透明符再进行通信处理。

表1 双路相关脉冲激光器与其他设备通信格式

头字符	目标机号	命令类型
1字节	1字节	1字节
数据段	校验和	尾字符
0~N字节	1字节	1字节

上述各程序模块通过主函数程序链接起来,主函数按照主程序流程的具体操作调用相应程序模块,主程序流程图如图4所示。

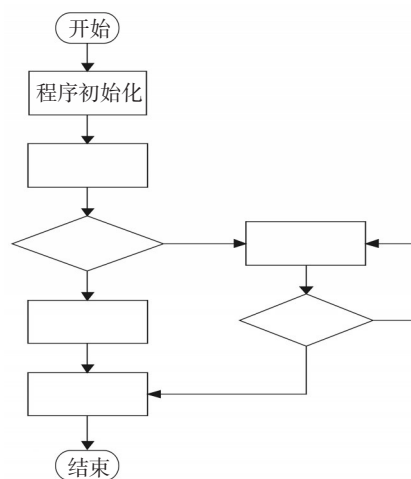


图4 主程序流程图

4 实验测试

4.1 测试波形及分析

在实验中,通过上位机或手动设定随机序列差,序列差为 $\{+134.2 \mu\text{s}, -17.5 \mu\text{s}, -67.0 \mu\text{s}, 0.0 \mu\text{s}, +2.7 \mu\text{s}\}$,高精度双路相关脉冲激光器根据序列差产生抖动脉冲信号,用泰克示波器TDS-2022B测得波形如图5所示。

4.2 精度测试及波形

在设定B路超前A路 $+0.1 \mu\text{s}$ 后,测试输入端在没

进行任何阻抗匹配波形整形下,实际测得波形如图6所示,可见高精度双路相关脉冲激光器模拟脉冲抖动精度达到了 $0.1\ \mu\text{s}$ 的精度要求。

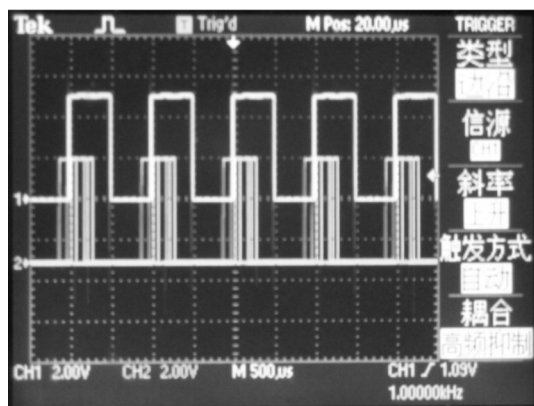


图5 激光脉冲触发信号抖动测试

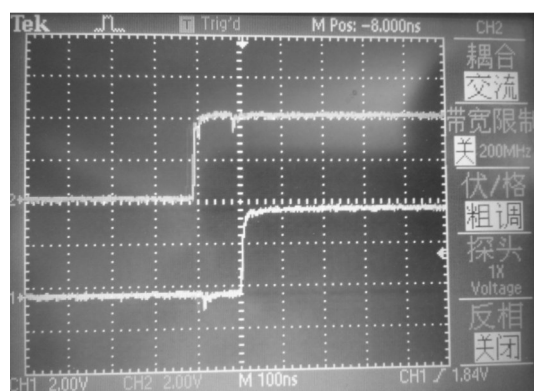


图6 双路相关脉冲激光器精度测试

5 结语

高精度双路相关脉冲激光器可以任意设置双路相关性,其精度和功能已经满足了绝大多数场合的应用需求,而且若需更高精度可在此基础上进一步提升。

参考文献

[1] 黄德修,刘雪峰. 半导体激光器及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,2001.

- [2] Bluhm H. Pulsed power systems: principles and applications [M]. Berlin: Springer Publishers, 2006:83-133.
- [3] CHEN Bing-lin, ZHANG He, JI Tie-gang. The design of the LD's driving circuit in laser proximity fuze system based on the double range gate detection [C]// Electron Devices for Microwave and Optoelectronic Applications, 2003: 290-295.
- [4] 薛小玲,刘志群. 单片机接口模块应用于开发实例详解 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2010:170-181.
- [5] Johnson H, Graham M. 高速数字设计[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [6] GENG Yong-tao, ZOU Huan, LI Chao-jiang, et al. Short pulse generation with on-chip pulse-forming lines[C]// Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, 2012, 20: 1553-1564.
- [7] J Arai, N Sekine. Constant temperature crystal oscillators[P]. US Patent, 7 382 204.2008.
- [8] Affandi, M S, Bidin, et al. The correlation of mode locked pulse and femtosecond pulse generation by ultrafast Ti: sapphire laser in the stability region[C]. Photonics (ICP), 2011 IEEE 2nd International Conference on, 2011: 1-4.
- [9] ZHANG He, CHEN Bing-lin, Yuan Ping. Research on minitype high peak and narrow width pulsed driver circuit of LD[C]//Circuits and Systems, 2004, 2: 325-328.
- [10] 辛德胜,张剑家. 半导体激光器驱动源功率器件的建模与仿真[J]. 兵工学报, 2010, 31(11):1418-1421.
- [11] Zivojinovic P, Lescure M, Tap Beteille. Design and stability analysis of a CMOS feedback laser driver[J]. Instrumentation and Measurement, 2004, 53: 102-108.
- [12] 何成林. 半导体激光器驱动电路设计[J]. 科学技术与工程, 2009, 21(9):6532-6535.
- [13] YANG Sheng-hui, Smith S, Fitz J, et al. Generation of high power gain-switched pulses from a two-section ridge-waveguide laser diode with a laterally tapered energy-storage section[C]//Lasers and Electro-optics Society Annual Meeting, 1995, 2:137-138.
- [14] 朴德慧,郭玉彬. 大功率半导体激光器驱动电路及防护[J]. 激光与红外, 2007, 37(3):230-233.