CO_2 激光器高压脉冲触发系统信号源设计 *

孙守红，张 伟，石宝松

（中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所，吉林 长春 130033）

摘 要：为了稳定可靠地触发 CO_2 激光器旋转火花开关，设计了高压脉冲触发系统的信号源。该系统采用多脉冲触发模式，其信号源采用 PIC 单片机为主控芯片，采用复杂可编程逻辑器件 CPLD 为时序发生器。单片机用于脉冲类型的选择与控制，CPLD 用于生成 1Hz、100Hz、200Hz、300Hz、400Hz、500Hz 的重频脉冲触发信号以及单次脉冲触发信号。操作者可通过按键实现两种不同占空比脉冲切换，通过拨码开关实现不同频率脉冲信号的输出选择。实验结果表明，该信号源输出脉冲信号稳定、可靠，满足设计要求。

关键词：CO_2 激光器；单片机；CPLD；脉冲触发

中图分类号：TM89　　文献标识码：A　　文章编号：1003−7241(2015)08−0083−04

Design of Pulse Signal Source for High Voltage Pulse Trigger System of CO_2 Laser

SUN Shou-hong, ZHANG Wei, SHI Bao-song

(Changchun Institute of Optics,Fine Mechanics and Physics,Chinese Academy of Sciences,Changchun 130033 China)

Abstract: In order to improve the reliability of triggering rotated spark switch, a high-voltage pulse trigger system's pulse signal source is developed. The system works in multipulse trigger mode. The signal source adopts PIC MCU as the main control chip, and uses a complex programmable logic device CPLD as timing generator. Single chip microcomputer is used in pulse type selection and control. CPLD is used to generate repetition trigger pulse signals and single trigger pulse signals. The running frequencies are 1Hz、100Hz、200Hz、300Hz、400Hz and 500Hz. The operator can through the button to achieve two different pulse duty cycle switches and can through dial switch to achieve different frequency pulse signal output options. The experimental results show that, the signal source output pulse signal is stable, reliable, and meet the design requirements.

Key words: CO_2 laser; MCU; CPLD; pulse trigger

1 引言

近年来，CO_2 激光器在工业加工、航天、国防等领域的应用日益广泛。提高 CO_2 激光器的电光转换效率及长期运行的稳定可靠性是 CO_2 激光器发展的核心内容。高压脉冲触发系统在 CO_2 激光器中是关键单元，其工作的稳定性和可靠性直接决定着激光器的性能。如图 1 所示，高压脉冲触发系统主要由电源、脉冲信号源、IGBT 功率管驱动与保护电路和高压脉冲变压器等部分组成。其中，脉冲信号源是高压脉冲触发系统的重要组成部分，用于产生两路相位相差 180° 信号源，用于驱动 IGBT 组成的桥式电路，实现高压脉冲输出[1]。此信号源要求达到：输出幅度为 5V，按频率档位送出 A、B 两路脉冲串 (36 个脉冲) 信号，A、B 两路脉冲信号相位相差 180° ，脉冲周期 T=50us，A、B 脉宽 t=10us 或 20us 可调，频率档位包括单脉冲、1Hz、100Hz、200Hz、300Hz、400Hz、500Hz 共 6 档信号可调。

* 基金项目：长春市地院合作创新集群专项 (11DJ02)

收稿日期：2014-10-21

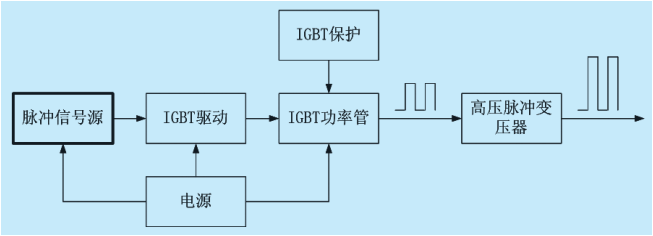

图 1　高压脉冲触发系统组成

2　总体结构

信号源系统结构框图如图 2 所示，主要由单片机和 CPLD 组成。依据输出信号为电平为 5V 的要求选用了工作电压为 5V 的单片机及 CPLD。单片机选用 PIC16F877A，该芯片具有 Flash program 程序内存功能，可以重复烧录程序，适合开发新产品。CPLD 根据前期在 Altera 的开发软件 QuartusII 中的仿真实验，依据资源占用情况选用 Altera 的 MAX7000S 系列的 EPM7064S，该器件内部单元之间的连接采用连续的金属线，这种互连结构为单元之间提供了固定的、短时延的信号通道，消除了内部延时的难以预测性，有效提高了芯片资源利用率并且支持通过 JTAG 口进行 5V 电压的在片编程 [2-4]。

单片机和 CPLD 作为整个系统的核心单元，分别完成人机交互和脉冲生成。单次触发命令及脉冲宽度 t 的选择由开关控制单片机设定。单片机根据脉宽的设定控制 CPLD 产生所需的不同脉宽及几种不同频率的脉冲串，并要求单周期输出的脉冲个数为 36(实验证明该数值可保证高压脉冲触发系统可靠触发)。输出端通过 8 选 1 拨码开关根据需要选择输出并通过光耦隔离输出。

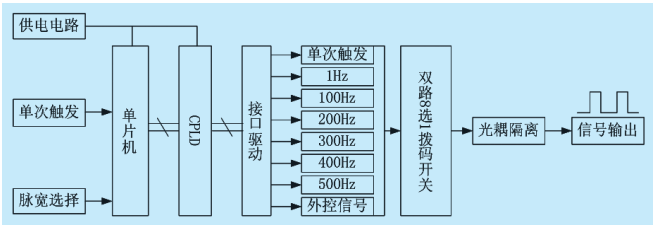

图 2　系统结构框图

3　硬件电路设计

单片机部分电路如图 3 所示，考虑到单片机应用中可能出现的由于程序运行出错或操作错误使系统死锁的情况，故系统中加入手动复位按键及 MAX705 微处理器监控电路，保证系统稳定、可靠地工作 [5]。

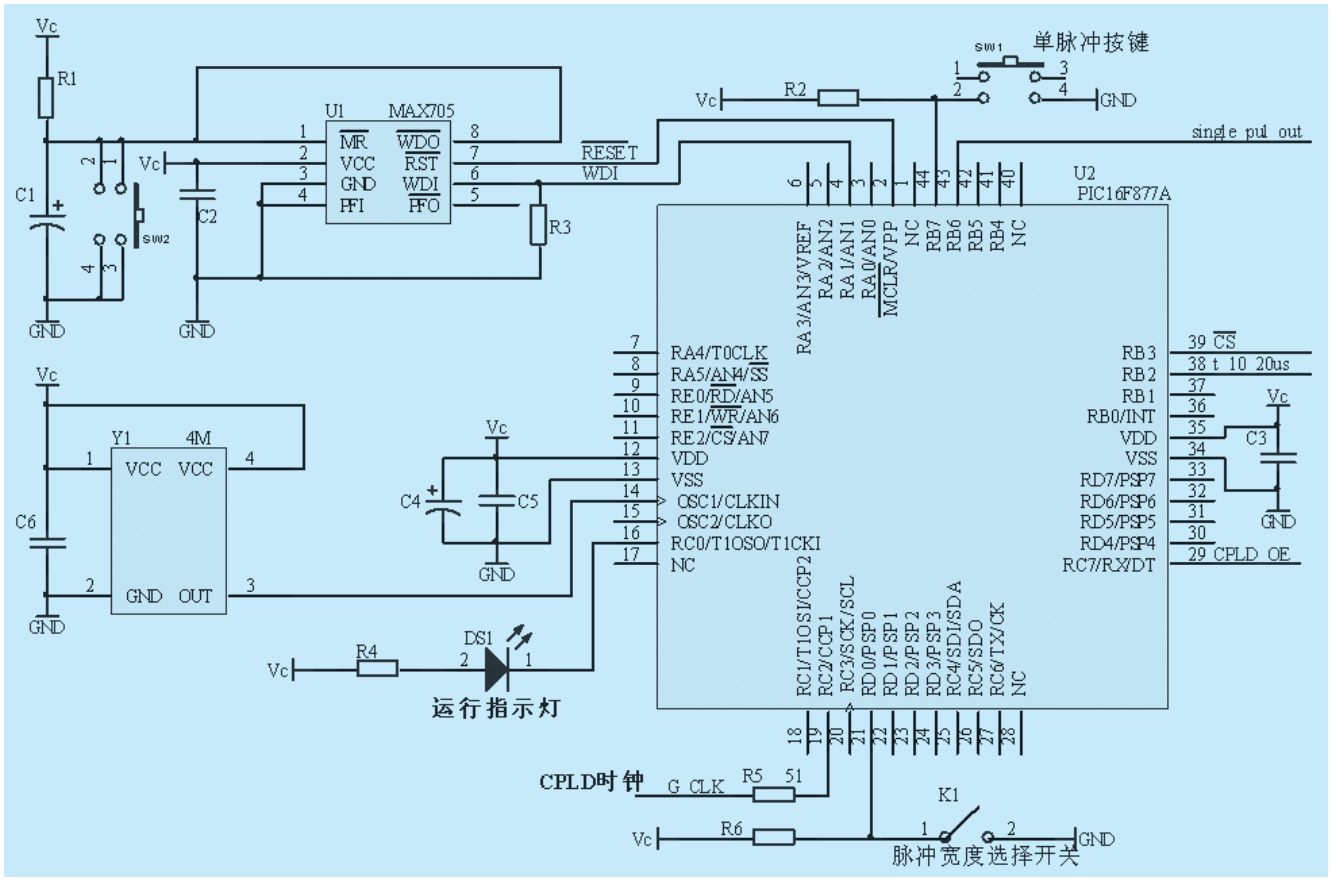

图 3　PIC 单片机部分电路

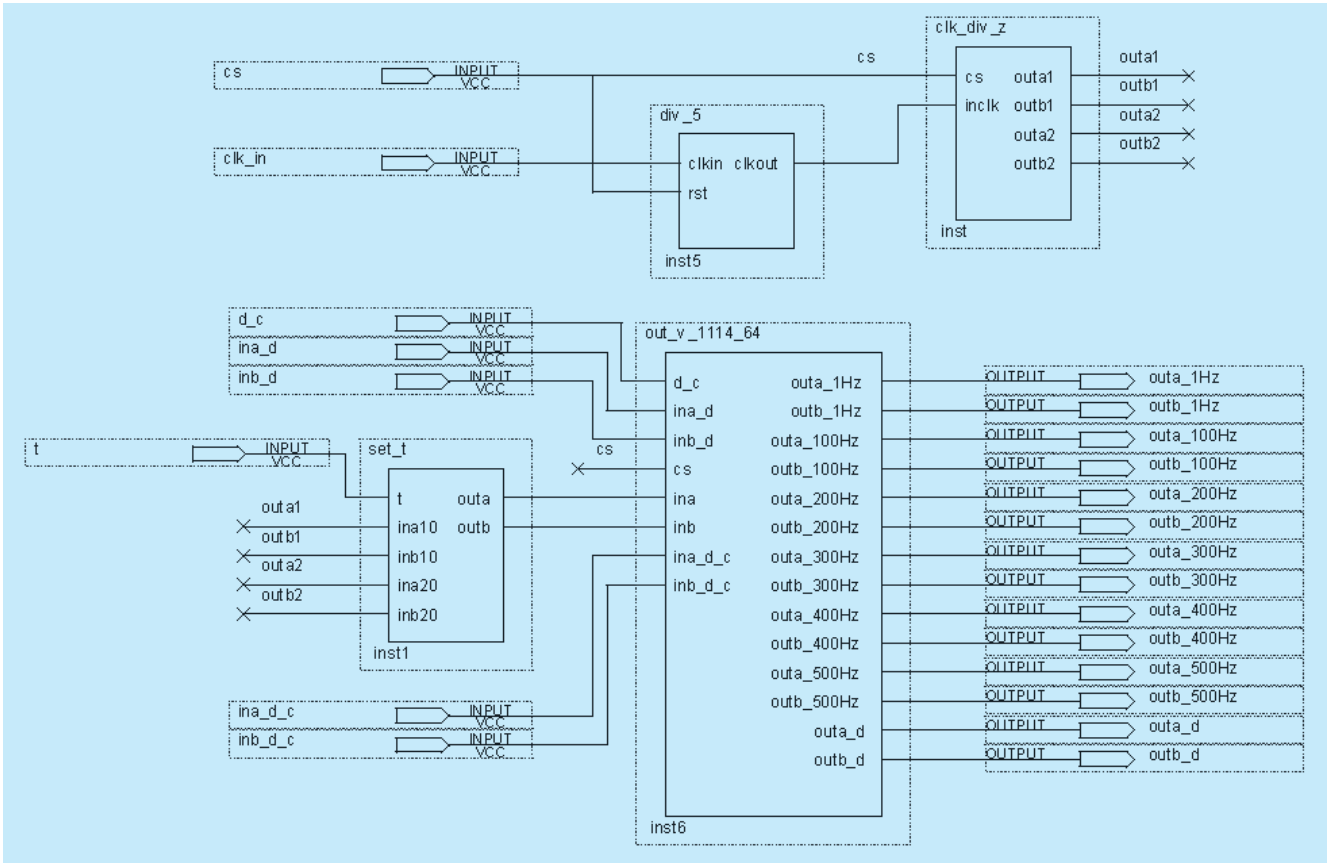

图 4　CPLD 内部模块连接图

结合单片机较 CPLD 易于实现按键扫描的特点，本设计中采用单片机完成单脉冲按键的扫描和对脉冲宽度选择开关的判断及 CPLD 运行基准时钟的输出。CPLD 的运行基准时钟由单片机对 4MHz 有源晶振分频产生。

单片机与 CPLD 的接口关系为：单片机为 CPLD 提供 1MHz 的基准时钟，控制 CPLD 的使能及脉冲输出，并通过一个管脚设定 CPLD 输出脉冲的宽度。

为了提高整个时钟信号源的抗干扰能力，单片机和 CPLD 输出的脉冲信号均采用光耦 HP4504 隔离输出。

4　CPLD 内部逻辑设计

CPLD 需要提供外部时钟信号，其对时钟进度要求很高，考虑有源晶振的通信质量和精度较无源晶振高，所以采用单片机对 4MHz 的有源晶振 4 分频作为 CPLD 系统时钟输入。在 QuartusII 中进行仿真实验及板级下载[6]，CPLD 内部采用 Verilog　HDL 语言进行模块化设计，内部模块连接图如图 4 所示，其中 cs 为 CPLD 使能信号，clk_in 为外部 1MHz 输入时钟，其经 div_5 分频模块进行 5 分频之后得到周期为 5us 的时钟信号，再将此信号经过 clk_div_z 模块进行处理得到周期为 50us 相位相差 180°，脉宽分别为 10us 和 20us 的四路信号。由 set_t 模块根据 t（脉冲宽度控制开关）的高低电平选择输出脉冲宽度为 10us 或 20us。再将脉宽符合要求的 A、B 两路信号经 out_v_1114_64 模块处理得到频率不同的 6 种脉冲串输出。

5　结果分析

在 QuartusII 中对该信号源进行功能仿真，仿真结果如图 5 所示。其中脉宽选择信号 t 为低电平，表示输出信号脉冲宽度为 10us；输出脉冲串为连续 36 个脉冲，并且可以输出 1Hz，100Hz~500Hz 的重频脉冲，满足设计需要。

6　结束语

该脉冲触发信号源，充分利用了单片机及 CPLD 的优点，通过软件和硬件的结合，能够产生满足 CO2 光器脉冲触发系统要求的重频和单次脉冲信号，达到了设计要求。CPLD 和数据预生成的信号实现方法，使得无需改变硬件电路，即可实现信号参数的任意调整，外部电路十分简单，为工程调试和应用带来了方便。

（下转第 89 页）

4 结束语

通过铝板内部缺陷的检测试验证明，本论文所研制的 C 超成像装置，能够显示缺陷的大小、形状等特征，包含信息更加丰富，且使检测结果更加清晰、直观，便于检测人员观察，能够有效的避免由于人为因素导致的误判、漏判情况的发生，在一定程度上提高了检测的可靠性，实现了板材内部缺陷的定量评估与分析。

参考文献：

[1] 于波，段剑．超声 C 扫描成像自动检测系统的研究与实现 [J].2011,33(2):59-61.

[2] 魏勤，张迎元．超声 C 扫描成像系统在 SiC_p_Al 复合材料无损检测中的应用 [J]．材料开发与应用，2003,(8):38-41.

[3] 刘超．超声层析成像的理论与实现 [J]．浙江大学，2002:25.

[4] 魏勤，尤建飞，彭如海．超声 C 扫描成像系统在铝基复合材料无损检测中的应用 [J]．华东船舶工业学院学报，2000,14(2):31-34.

[5] 卢超，魏运飞，徐薇．钢轨踏面斜裂纹超声表面波 B 扫描成像检测研究 [J]．仪器仪表学报，2010,31(10):2272-2278.

[6] 简晓明，李明轩．超声检测中人工神经网络对缺陷定量评价 [J]．声学学报，2000,(1):71-77.

作者简介：齐佳明 (1994 -)，男，大学，研究方向：自动化技术。

（上接第 85 页）

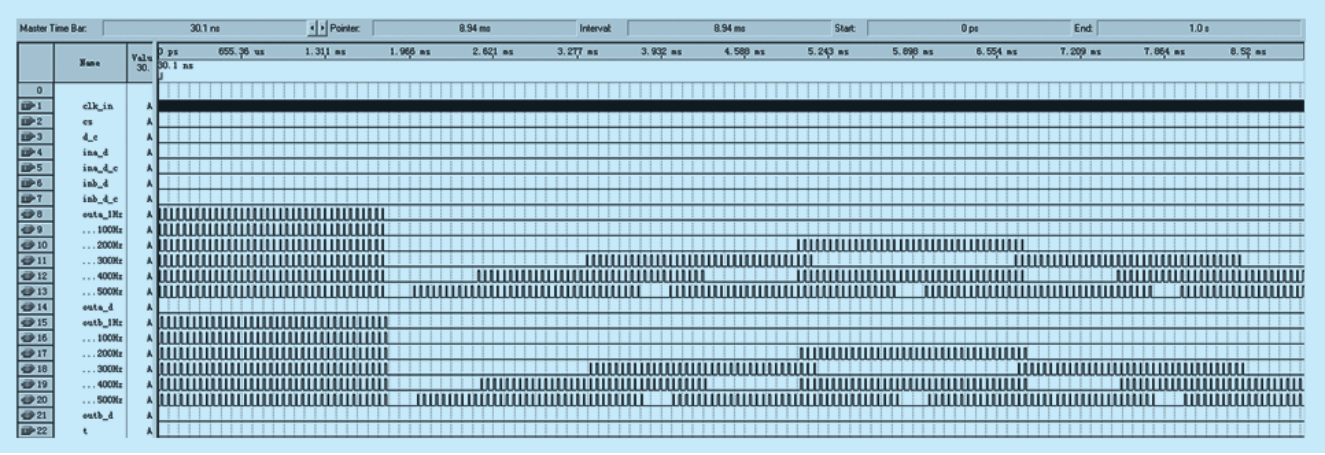

图 5 脉冲信号输出功能仿真图

参考文献：

[1] 张兴亮，郭立红等．CO2 激光器高压脉冲触发系统的设计 [J]．中国光学，2012,5(4):416-422.

[2] 何莘．基于 CPLD 的多轴步进电机脉冲信号发生器的设计 [J]．弹箭与制导学报，2008,28(4):302-305.

[3] 陈亚军，陈隆道．基于 Verilog HDL 的信号发生器的设计 [J]．电子器件，2011，34(5):525-528.

[4] 陈小琴，蒋存波．基于 Verilog HDL 的多功能信号发生器的设计与实现 [C]．2008 中国仪器仪表与测控技术进展大会论文集 (III)》2008.

[5] 赵晓辉．MAX705/706 在微处理器监控中的应用 [J]．现代电子技术，2001,(5):61-62.

[6] 翟殿棠，郑显臣，孙传伟．基于 Quartus II 平台的数字系统设计 [J]．甘肃科技，2006,5(22):82-84.

作者简介：孙守红 (1978-)，男，高级工程师，主要从事光电设备电磁兼容设计及电装工艺技术研究。