

# 可调数字式刺激脉冲发生电路的设计与实现

孟海涛

(盐城工学院 电气与信息学院, 江苏 盐城 224051)

**摘要:**介绍了一种基于STC12C2052控制的可调数字式刺激脉冲发生电路的设计,并给出了样机的主要测试结果。该系统电路简单、可靠、操作方便、显示直观,并具有电池报警功能。

**关键词:**STC12C2052; 可调; 数字式; 脉冲发生器

**中图分类号:**TM13 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2008)04-0054-03

刺激脉冲信号发生器在心脏起搏、电子针灸、理疗、美容等医学领域得到广泛的应用。然而大部分脉冲信号发生器是利用定时电路产生脉冲,频率和幅值都是用电位器进行调节,由于电位器是机械接触的,低价位的可靠性和精度不高,高价位的成本太高。本文介绍采用STC12C2052 PWM的数字直流可调控制电路用来取代电位器,实现输出脉冲信号的脉宽、频率和幅值可调。频率:1 ms~3 s 分辨率1  $\mu$ s,脉宽:0.5 ms~65 ms 分辨率1  $\mu$ s,幅值:1 V~50 V 分辨率0.25 V。

## 1 硬件电路设计

数字脉冲发生电路如图1所示。STC12C2052AD是有宏晶科技推出的新一代51单片机,具有高速(1个时钟/机器周期、最高48 MHz)、FLASH在线编程、硬件看门狗、ADC、PCA等技术而价格低廉(3.80元/片),具有极高的性价比。脉冲的宽度和频率用单片机的定时器

T0、T1控制,使用脉宽调制模式(PWM)实现输出可调直流电压。

### 1.1 用PWM实现连续可调直流的原理

PWM信号是周期 $T$ 固定,脉宽 $t$ 可调即占空比可调的信号(如图2)。当接上滤波电路后,改变脉冲的宽度或占空比可以调节输出电压 $V_0$ :

$$V_0 = (t/T)V_i$$

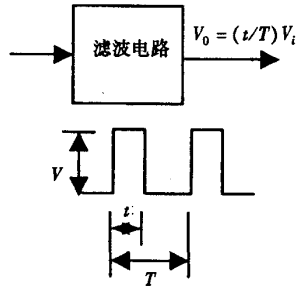


图2 PWM原理

Fig. 2 PWM principle

#### 1.1.1 转换精度

STC单片机工作在PWM方式时,其计数器工作在8位状态,因此输出脉冲的占空比:

$q = t/T = (256 - CCAPnH)/256$  CCAPnH 是对应模块的溢出重装寄存器

因此,输出 $V_0$ 的分辨率为: $d = 1/(2^8 - 1)$ 。输出电压从0 V~5 V分成256级可调。

#### 1.1.2 转换速度

在PWM方式中,当要调节输出占空比时,先将对应的数据写入CCAPnH中,当CL计数溢出

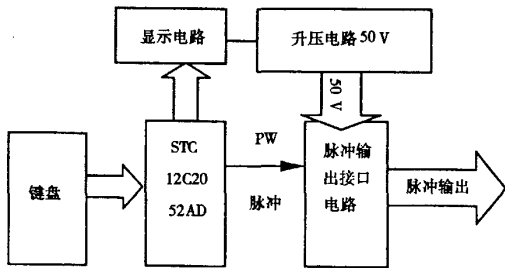


图1 系统结构框图

Fig. 1 The block diagram of system

收稿日期:2008-07-12

作者简介:孟海涛(1971-),男,江苏盐城人,讲师,硕士,主要研究方向为嵌入式、人工智能。

时才装入 CCAPnL。因此输出滞后控制输入,最大为 PWM 的周期  $T$ 。也就是说控制的实际响应时间  $\leq T$ 。当 STC12C2052 的时钟频率为 12MHz,计数脉冲为  $F_{osc}/2$  则响应时间  $\leq 43 \mu s$ 。

### 1.2 PWM 的数字直流可控控制接口电路的实现

STC 中有一个可编程计数器阵列 (PCA)<sup>[1]</sup>, PCA 由一个特殊的 16 位定时器,两个 16 位的捕获/比较模块组成。每个模块可编程 (CCAPMn 寄存器) 在 4 种模式下:上升/下降沿捕获、软件定时、高速输出或可调制脉冲输出。PCA 定时器是 2 个模块的公共时间基准,可软件设置 CMOD 寄存器的 CPS1 和 CPS0 位来确定其工作在:1/12 振荡频率、1/2 振荡频率、定时器 0 溢出或 ECI 脚的输入。在 PWM 方式下,计数寄存器 CL 小于 CCAPnL 时,输出为低;当 CL 等于或大于 CCAPnL 时,输出为高。当 CL 的值由 FFH 变为 00H 溢出时,CCAPnH 的内容自动装载到 CCAPnL 中 (如图 3)。用 PCA 的 PWM 模式外接滤波器,就可以通

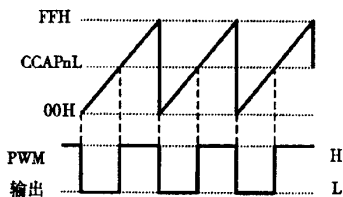


图3 PWM模式

Fig. 3 PWM mode

过软件来设置 CCAPnH 来改变 CCAPnL,从而实现输出连续可变直流电压。接口电路如图 4 所示。PWM (P3.7) 连到接口电路的 PWM 输入,可调脉冲 (P3.5) 连到接口电路的 PIN,从接口电路 POUT 输出 0 V ~ 50 V 可调脉冲。 $C_1$  是滤波电容, $Q_1$  电压放大器, $Q_2$ 、 $Q_3$  射随器提高带负载能力, $Q_4$ 、 $Q_5$  工作在开关状态由单片机输出的脉冲控制, $R_t$  是温度补偿电阻补偿  $Q_1$  的  $U_{BE}$ ,  $R_2$  可以微调脉冲输出幅值。

### 1.3 键盘、显示电路

由于 STC12C1052 的 IO 引脚只有 15 个,所以使用串行输入的数字字符液晶屏 EDM190<sup>[11]</sup>,如图 5。EDM190 的 DL1 是串行数据输入,CL2 是串行时钟输入。第一个字符用作作态显示,指示欠压、频率 (ms)、脉宽 (ms)、幅值 (v)。后三个字符用作数值显示。S1、S2、S3、S4 是控制键盘,S1 显示调节功能选择 (幅值/频率/脉宽),S2 调节确认,S3、S4 加减键。P1.3 输出脉冲指示,ADC0 输入电池电压,作电池容量报警。

### 1.4 电源及 50 V 升压电路

本系统是便携式的,4 节五号电池供电,使用 MAX630、MAX764 产生正负 5 V 并稳压。50 V 升压电路见图 4。555 产生开关脉冲, $Q_6$ 、 $Q_7$  复合管作开关管, $D_3$ 、 $Q_8$  起稳压作用<sup>[2-3]</sup>。

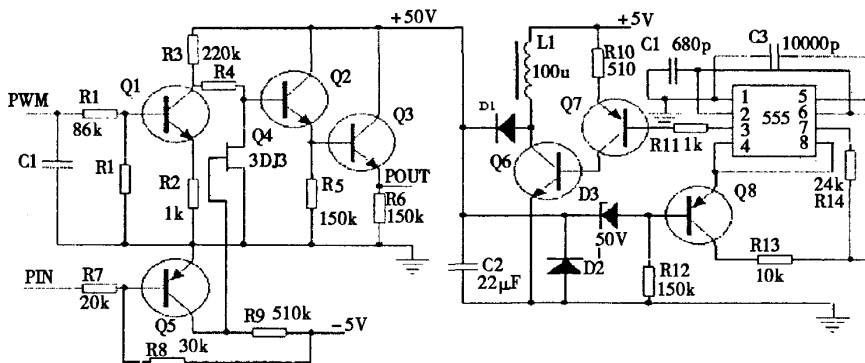


图4 输出接口电路

Fig. 4 Output interface circuit

## 2 软件设计

程序使用 T0 定时器控制脉宽, T1 定时器控制频率, PCA 可编程计数器控制幅值, 串口输出

显示数据。用 T0、T1 控制脉宽和频率时, 精确地计算了中断响应和中断服务时间确保了计时精度。PCA 工作在 PWM 模式, 工作原理见上。程序的流程图如图 5 所示。

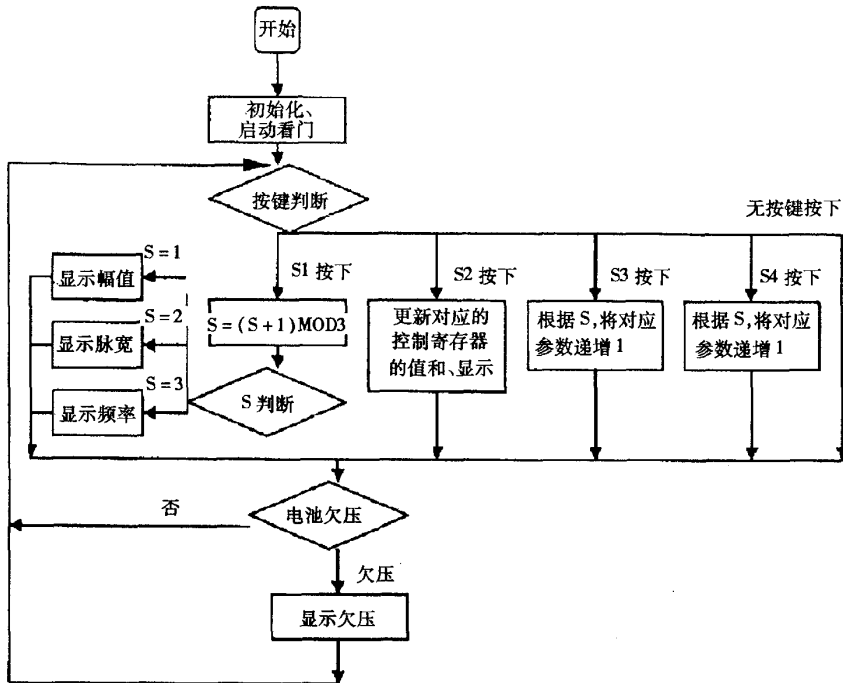


图 5 主程序流程图

Fig. 5 Main program flow chart

### 3 样机测试结果

样机的实测结果如下:频率:1 ms ~ 3 s 分辨率 1 us;脉宽:0.5 ms ~ 65 ms 分辨率 1 us;幅值:1 V ~ 50 V 分辨率 0.25 V;整机电流 < 5 mA。图 6 是电路在占空比为 50% 时分别带 100 kΩ、500 Ω 负载试验。

### 4 结束语

本文阐述了以 STC12C2052 芯片作为控制核心,利用芯片中定时器、可编程计数器阵列和 ADC,实现输出脉冲的频率、脉宽、幅值的调节和电池监测。此电路可靠性高、显示精确、成本低、体积小、操作简单。不仅可用于医学领域,也可用于其他学科领域。

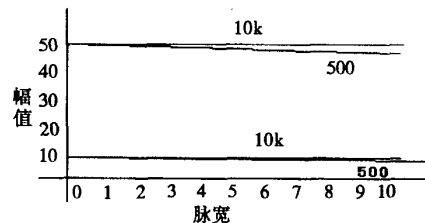


图 6 负载试验

Fig. 6 Load Test

### 参考文献:

- [1] 邬伟奇. STC89 系列高性能单片机及其应用[J]. 微计算机信息 2004(7):85-93.
- [2] 李光飞,楼然苗. 单片机课程设计-实例指导[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [3] 樊永显等. TC89C54RC/RD + 单片机的游戏机系统设计[J]. 湖南工业大学学报,2007(5):52-55.

(下转第 60 页)

## 参考文献:

- [1] Wu Di, Li Aidonn, et al. Preparation of  $(\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5})\text{TiO}_3$  thin films by sol-gel method with rapid thermal annealing[J]. Appl Surf Sci, 2000, 165: 309-314.
- [2] 章天金, 王玮.  $\text{Ba}_{0.64}\text{Sr}_{0.36}\text{TiO}_3$  薄膜的介电与热释电性能的研究[J]. 硅酸盐学报, 2002, 30(4): 443-446.
- [3] 杨文, 常爱民, 杨邦朝. 晶粒尺寸对  $\text{Ba}_{0.80}\text{Sr}_{0.20}\text{TiO}_3$  陶瓷介电铁电特性的影响[J]. 硅酸盐学报, 2002, 30(3): 390-393.
- [4] 沈彩, 刘庆峰, 刘茜. 柠檬酸-硝酸盐燃烧法制备  $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$  介电材料[J]. 无机材料学报, 2004, 19(3): 681-685.

## Study on Ultra-fine (Ba, Sr) $\text{TiO}_3$ Powders by Sol-Gel Process

GUAN Hao, WANG Lu-ming

(School of Materials Engineering, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China)

**Abstract:** Ultra-fine  $\text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3$  ceramic powders were synthesized by sol-gel route, taken  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ti}(\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ , ammonia water and citric acid as raw materials. The citrate acid volume, pH value, dispersant (glycol) and calcination temperature strongly influencing on the particle distribution of BST powders were investigated in detail. The results show that uniform sol was obtained by adjusting pH value. When the pH value of the solution is about 7, the volume of dispersant is 2.5 ml single-phase  $\text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3$  powders were prepared after the dried gel was calcined at 800 °C which is much lower than that by the conventional solid-state reaction method. The average size is about 100 nm, which has a narrow distribution.

**Keywords:** sol-gel; barium strontium titanate; ultra-fine powders; ceramics

(责任编辑:范大和;校对:张英健)

(上接第 56 页)

## Controlable Digital Pulse Generator Circute Design and Realization

MENG Hai-tao

(College of Electrical and Information Engineering, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China)

**Abstract:** In this paper, we introduce a digital pulse generator circuit design based on STC12C2052 chip, and give the result of our sample machine. This result shows that it is of simplicity, reliability, operatoribiliy, and displays intuitively to customers with battery alarm function.

**Keywords:** STC12C2052; controlable; Digital Pulse Generator

(责任编辑:沈建新;校对:范大和)