

基于单片机 ATmega16 的 CCD 驱动电路的设计

韦晓茹, 居戡之

(苏州大学 信息光学工程研究所, 江苏 苏州 215006)

摘要: 提出了一种驱动线阵 CCD 工作的方法, 给出了 PWM 模式的工作原理。采用单片机 ATmega16 的 CTC 模式及相位和频率修正 PWM 模式产生 CCD 工作所需要的信号, 电路简单, 易于调试。

关键词: CCD; ATmega16; 频率和相位修正; CTC; 驱动电路

中图分类号: TN386.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)16-0033-04

Design of a CCD's driving circuit based on ATmega16

WEI Xiao Ru, JU Jian Zhi

(The institute of information optics Suzhou University, Suzhou 215006, China)

Abstract: Design of a CCD's driving circuit is proposed based on microcontroller ATmega16. The CTC (clear timer on compare match) mode of the timer0 and the phase and frequency correct PWM mode of the timer1 are used to produce the required signals. The circuit is simple and easy to debug.

Key words: CCD; ATmega16; phase and frequency correct; CTC; driving circuit

CCD 是一种固体成像器件^[1], 应用广泛。CCD 工作需要多路脉冲驱动, 并且各路脉冲在时序上要严格对应。对于 CCD 时序的设计, 通常采用 CPLD 和 FPGA 技术, CPLD 在低频 CCD 时序设计中使用^[2-4], FPGA 则用在更为复杂的时序设计中^[5]。对于驱动比较简单的线阵 CCD 没有必要用这种成本比较高的电路。本文针对东芝公司的线阵 CCD 芯片 TCD1304 设计了基于单片机 ATmega16 的驱动电路。采用 ATmega16 的定时器/计数器 timer0 的 CTC (比较匹配时清零定时器) 模式和 timer1 的相位与频率修正 PWM 模式产生所需要的基本波形, 可通过修改单片机程序中的参数来改变输出波形的频率和占空比, 使得波形调整便捷。

1 ATmega16 的 CTC 模式及相位与频率修正 PWM 模式

ATmega16 的 timer0 的 CTC 模式可通过令控制寄存器 TCCR0 的 WGM01=1 和 WGM00=0 来设定。寄存器 OCR0 用于调节计数器的分辨率, 当计数器的数值 TCNT0 等于 OCR0 中的值时计数器清零, 即 OCR0 定义了计数器的 TOP 值, 亦即分辨率。这个模式使得用户可以很容易地控制比较匹配输出的频率。CTC 模式的时序图如图 1 所示。计数器数值 TCNT0 一直累加到 TCNT0 与 OCR0 匹配, 然后 TCNT0 清零。

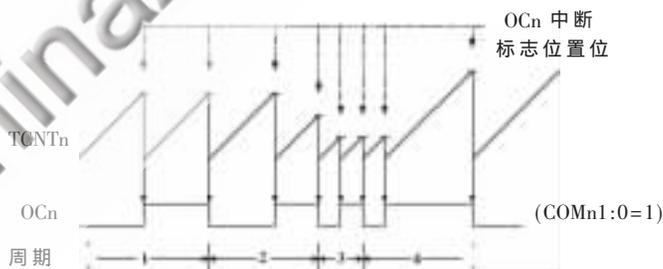


图 1 CTC 模式的时序图

为了在 CTC 模式下得到波形输出, 可以设置输出脚 OC0 在每次比较匹配发生时改变逻辑电平, 这可以通过设置 COM01:0=1 来完成。在期望获得 OC0 输出之前, 首先要将其端口设置为输出。波形发生器能够产生的最大频率由公式 $f_{OC0} = f_{clk} / 2 \cdot N \cdot (1 + OCR0)$ 来确定, 变量 N 代表预分频因子 (1、8、64 或 1024)。

ATmega16 的 timer1 的相位与频率修正模式可通过令控制寄存器 TCCR1A 和 TCCR1B 中的 WGM13:0=8 或 9 来设定。该种模式可以产生高精度的、相位与频率都准确的 PWM 波形, 其工作时序图如图 2 所示。这是一种双斜坡操作的模式, 计数器重复地从 BOTTOM 计数到 TOP, 然后又从 TOP 倒退回到 BOTTOM。TOP 的值可由 ICR1 (WGM13:0=8) 或 OCR1A (WGM13:0=9) 来确定。在一

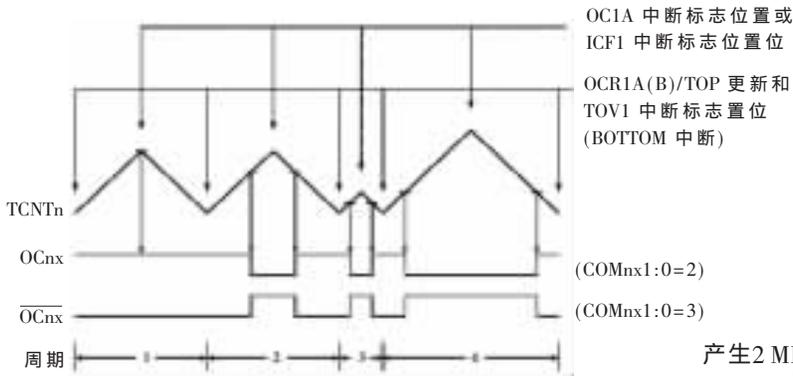


图2 相位与频率修正 PWM 模式时序图

般比较输出模式下,当 TCNT1 向 TOP 计数时,若 TCNT1 与 OCR1A 相匹配,输出脚 OC1A(B)清零,并置为低电平;当 TCNT1 向 BOTTOM 计数时,若 TCNT1 与 OCR1A 相匹配时,输出脚 OC1A(B)置为高电平,工作于反向输出比较时正好相反。输出的 PWM 波形的频率由公式 $f_{OC1A(B)} = f_{clk_{I/O}} / 2 \cdot N \cdot TOP$ 来确定,变量 N 代表预分频因子(1、8、64 或 1024)。通过改变 ICR1 及 OCR1A 两个寄存器的值就可完成 PWM 波形占空比的调整。

2 线阵图像传感器 TCD1304 的时序分析

CCD 芯片 TCD1304 是一款高灵敏度、低暗电流的线阵图像传感器,其光电灵敏度的典型值可达到 $160 V/lx \cdot s$,可用于条码扫描、光谱测量等场合。TCD1304 有两种工作方式:普通工作方式和电子快门工作方式,图 3 为在普通工作方式下的时序图。

TCD1304 工作时需要 SH、ICG 和 ΦM 3 路驱动信号。SH 的周期表示光信号积累时间,即积分时间,ICG 和 SH 是同步的, ΦM 是主脉冲,其典型值为 2 MHz。OS

表示信号输出,每 4 个 ΦM 脉冲周期对应 1 位信号周期。可以看出,TCD1304 工作时需要的驱动信号比较简单,完全可以用 ATmega16 来产生。

3 电路设计及实验结果

3.1 电路设计

基于 ATmega16 的 TCD1304 的驱动电路如图 4 所示。

使用 ATmega16 的 timer0 的 CTC 工作模式产生 2 MHz 的方波,并由输出脚 OC0 输出,然后经过施密特反向器整形后输出作为 ΦM (即图 4 中的 FM);使用 timer1 的相位与频率修正 PWM 模式产生一定周期的波形,由 OC1A 脚输出,同样经过施密特反向器整形后输出作为 ICG;将 ICG 波形经过延时和变窄处理后得到 SH 信号。图 4 中还给出了 ATmega16 的复位电路。单片机工作时使用系统内部时钟 8MHz,timer1 采用 8 分频(即 1 MHz)作为时钟输入。部分的单片机程序如下:

初始化部分:

```
LDI TEMP, $00
OUT TCCR0, TEMP
OUT TCNT0, TEMP
OUT TCNT1L, TEMP
OUT TCNT1H, TEMP
OUT TIMSK, TEMP
```

设置 timer1 和 timer0 的相关寄存器:

```
LDI TEMP, $80
OUT TCCR1A, TEMP
LDI TEMP, $00
OUT OCR1AH, TEMP
LDI TEMP, $04
```

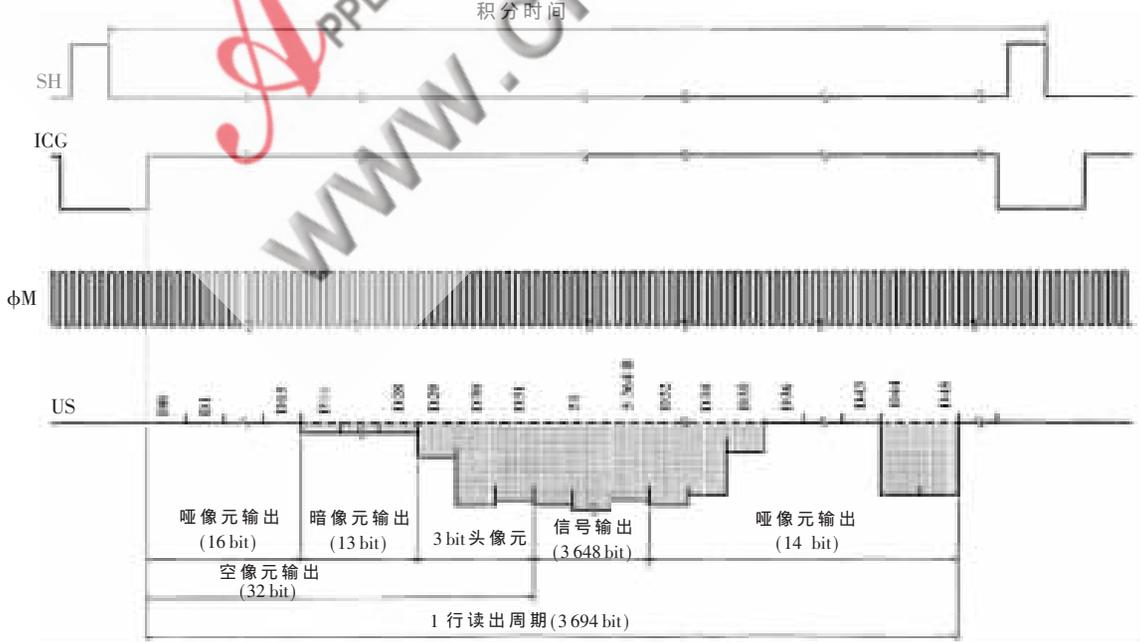


图3 TCD1304 工作时时序图

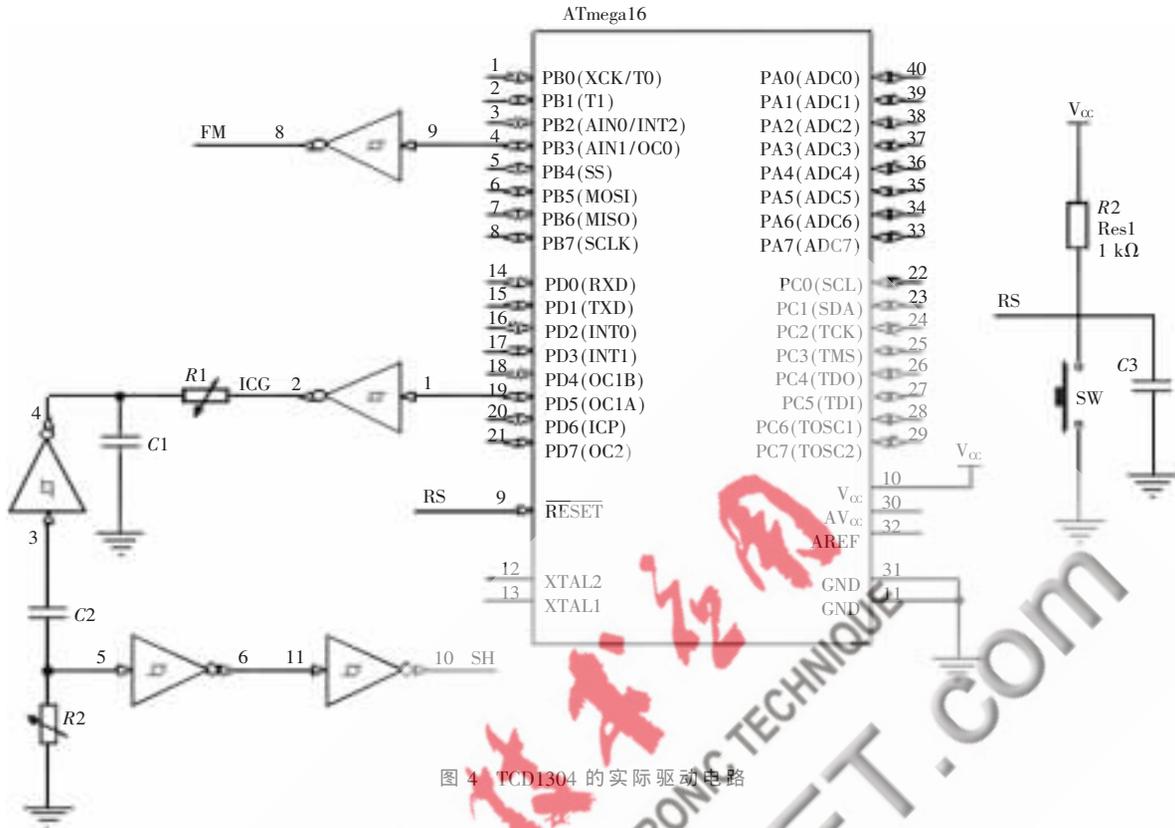


图4 TCD1304 的实际驱动电路

```

OUT OCR1AL, TEMP
LDI TEMP, $0e
OUT ICR1H, TEMP
LDI TEMP, $74;
OUT ICR1L, TEMP

LDI TEMP, $02;
OUT OCR0, TEMP
启动输出:
LDI TEMP, $71
OUT TCCR0, TEMP
NOP
LDI TEMP, $12
OUT TCCR1B, TEMP
    
```

在程序中，由输出脚 OC0 输出的是 2 MHz 方波，通过寄存器 OCR0 和 TCCR0 来确定。输出脚 OC1A 输出的波形周期为 $T=7.4\text{ms}(\text{ICR1} \cdot 2 \cdot 1\mu\text{s})$ ，对应 CCD 的最短积分时间。改变 timer1 的寄存器的设置就可以调整积分时间。

3.2 实验结果

用示波器测量图 4 所示电路产生的 SH 和 ICG 波形如图 5 所示。通道 1 为 SH 波形，通道 2 为 ICG 波形，SH 的高电平相对于 ICG 的低电平有一定的延时且宽度较窄。图 6 为 ICG 和 Φ_M 的波形图，通道 1 为 ICG 波形，图中显示出了上升沿部分，通道 2 为 Φ_M 波形。CCD 的输出信号波形和 ICG 如图 7 所示，通道 1 为 ICG 波形，通

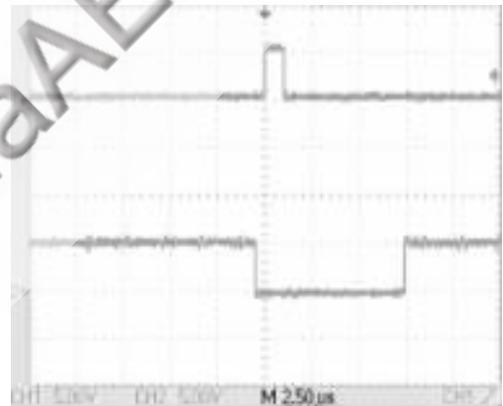


图5 SH 和 ICG 的波形

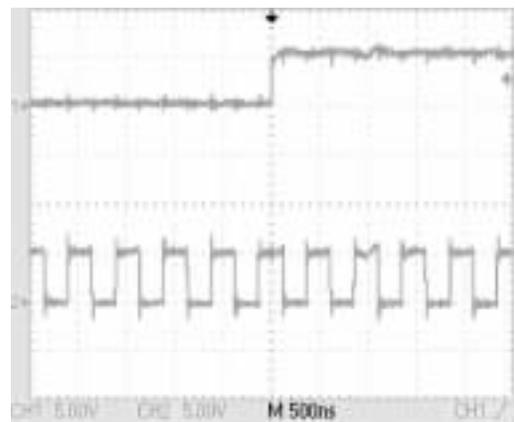


图6 ICG 和 Φ_M 的波形

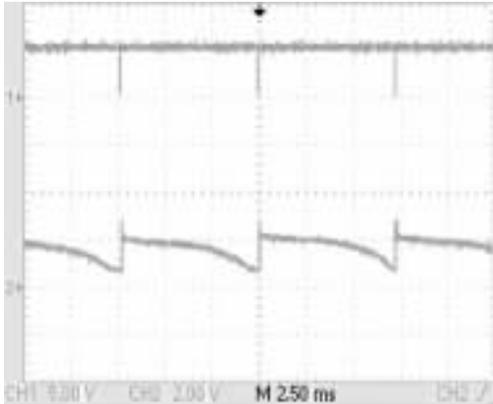


图 7 ICG 和 CCD 输出波形

道 2 为 CCD 波形。

基于单片机 ATmega16 的 CTC 模式和相位与频率修正的 PWM 工作模式, 设计了 CCD 时序驱动电路, 结构简单, 调试方便。另外两种工作模式只使用了单片机很少一部分资源, 后续的 CCD 信号处理部分 (模数转换、数据存储等) 可以充分利用单片机的现有资源。

参考文献

[1] 王庆有, 王晋疆, 张存林, 等. 光电技术[M]. 北京: 电子

工业出版社, 2008.

- [2] 许秀贞, 李自田. 基于 CPLD 的可选输出 CCD 驱动时序设计[J]. 光子学报, 2004, 33(12): 1504-1507.
- [3] 冉晓强, 汶德胜. 基于 CPLD 的空间面阵 CCD 相机驱动时序发生器的设计与硬件实现[J]. 光子学报, 2007, 36(2): 364-367.
- [4] 谷林, 胡晓东, 罗长州. 基于 CPLD 的线阵 CCD 光积分时间的自适应调节[J]. 光子学报, 2003, 31(12): 1533-1537.
- [5] 周建康, 陈新华, 周望, 等. 积分时间可调的 CCD 相机驱动时序设计与实现[J]. 光子学报, 2008, 37(11): 2300-2304.

(收稿日期: 2010-03-31)

作者简介:

韦晓茹, 女, 1975 年生, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向: 光电测量。

居戩之, 男, 1980 年生, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向: 光电测量方面。