

# 可编程光频转换器 TSL230 及其应用

赵重明

河南安阳大学计算机系 河南省安阳市 455000

**【摘要】**TSL230 可编程光/频转换器是新一代智能传感器,它在单片电路中集成了一个可配置的硅光电二极管和一个电流/频率转换器,可直接输出正比于入射光强度的频率信号,该器件能直接和微处理器接口,以极低的代价实现较高精度的光强检测和光强信号的数字化。文中介绍了 TSL230 的主要性能和使用方法。

**关键词:**光照度 智能光传感器 光/频转换 单片机

可编程光频转换器

## TSL230 Programmable Light - to - frequency Converters and Its Application

Zhao Chongming

Computer Department of Anyang University, Anyang Henan 455000

**Abstract:** TSL230 Programmable Light - to - frequency Converter is a new type of intelligent sensor produced by TI. It combines a configurable silicon photodiode and a current - to - frequency converter on single circuit. It directly output connected pulse signal whose frequency is proportional to light intensity. With a microcontroller, it allows direct tow - way communications so that we can realize high - precision measurement of light intensity and digitalization of light intensity signal at very low cost. The article introduces in particular its main performance and user wizard.

**Key Words:** Light Intensity, Intelligent Opto Sensors, Light - to - frequency Converters, Microcontroller

### 1 引言

使用硅光电二极管的光强检测计算机接口通常由光电二极管、特高输入阻抗运放、A/D 转换器等电路构成,这种电路代价较高,而且对环境温度和电源电压均比较敏感。新一代集成化的智能传感器,将硅光电二极管、信号调理电路和电流/频率转换器等集成在单片集成电路中,能直接输出数字信号并和微处理器接口,这种高性能和低价位的智能传感器的典型代表是 TSL230 可编程光/频转换器。

### 2 TSL230 的特点和结构

#### 2.1 特点

- (1)不需要外接元件即可完成高分辨率的光照度/频率转换;
- (2)灵敏度和满度输出频率可编程调整;
- (3)直接微处理器接口;
- (4)单电源工作,宽供电电压范围:2.7~6V,具备掉电功能;
- (5)绝对输出频率容限为 20%;
- (6)100kHz 时非线性误差典型值为 0.2%;
- (7)稳定的 0.01%/℃ 的温度系数;

(8)先进的 LinCMOS™ 工艺。

#### 2.2 引脚及内部结构

TSL230 采用标准的 8 脚 PDIP 封装,其顶部开有感光窗口,在灵敏度设置为最高时,其内部的光电二极管感光面积典型值为 1.36mm<sup>2</sup>。其引脚排列见图 1 所示。

TSL230 的结构框图见图 2,它的内部集成了一个可配置的硅光电二极管和一个电流/频率转换器,其输出是频率正比例于光照度的脉冲串或方波(占空比为 50%)。

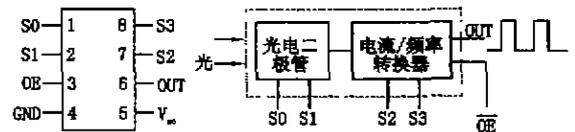


图 1 TSL230 封装引脚

图 2 TSL230 内部结构

### 3 TSL230 的编程设定

#### 3.1 TSL230 的灵敏度设定和调整

传感器使用电子虹膜技术控制其有效的通光口径,以达到控制灵敏度的目的。传感器的灵敏度有 3 种级别:1×、10× 和 100×,靠两个逻辑输入端 S0 和

S1 来控制,其对应情况如表 1 所示,当 S1 和 S0 均为低电平时,传感器进入掉电状态;S1 和 S0 均为高电平时灵敏度最高。灵敏度可编程调整使得在满度输出频率范围内(满度输出频率是传感器在没有饱和时的最大输出频率),对于任意给定的光强度级别,传感器的响应都能达到最优化。改变灵敏度实际上是按照同样的比例改变光电二极管的有效感光面积,例如灵敏度为  $100\times$  时的感光面积是为  $1\times$  时的 100 倍。

### 3.2 TSL230 的输出频率分频系数设定

传感器有 4 个可选的分频系数。输出频率的分频是靠内部的一个可编程计数器对电流/频率转换器输出的基本频率信号进行计数来完成的,计数器的溢出值可设定为 2、10、100 或是 1,该值实际是一个分频系数。当其为 1 时,脉冲直接通过,计数器实际不计数。具体的分频系数靠两个逻辑输入端 S2 和 S3 来控制,其对应情况见表 2 所示,S3 和 S2 均为低时,分频系数为 1(即不分频);S3 和 S2 均为高时,分频系数为 100;不分频时输出信号是宽度固定的脉冲串,分频时输出是方波;对于同样的照度,分频系数为 100 时的最终频率输出是分频系数为 1 时的 1%。

表 1 灵敏度设定

| S1 | S0 | 灵敏度         |
|----|----|-------------|
| L  | L  | 掉电          |
| L  | H  | $1\times$   |
| H  | L  | $10\times$  |
| H  | H  | $100\times$ |

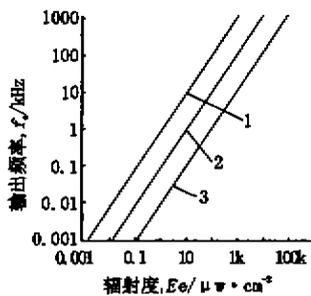
表 2 输出频率分频系数设定

| S3 | S2 | 输出频率分频系数 |
|----|----|----------|
| L  | L  | 1        |
| L  | H  | 2        |
| H  | L  | 10       |
| H  | H  | 100      |

## 4 TSL230 的主要特性

### 4.1 输出频率与照度的关系

TSL230 的输出频率与照度成正比例关系,图 3 所示为  $25^{\circ}\text{C}$  时的典型特性曲线,图中  $S2 = S3 = L$ ,  $\lambda_p$  为入射光波长  $670\text{nm}$ 。TSL230 的最大输出频率典型值可以达到  $1\text{MHz}$ ,无光照时的暗频率典型值不到  $1\text{Hz}$ ,最大也不超过  $10\text{Hz}$ 。需要说明的是,如果 TSL230 的输出



1—S0=H, S1=H; 2—S0=L, S1=H; 3—S0=H, S1=L

图 3 输出频率与照度的关系

不分频,对于任何一种灵敏度,其最大输出频率均可达到  $1\text{MHz}$ 。不难看出, TSL230 可检测到的最强的光强度和最弱的光强度之比为  $10^8$ ,即其输入信号动态范围可达  $10^8\sim 1$ 。

### 4.2 输出频率容限

TSL230 可以达到 20% 的绝对输出频率容限(对于 TSL230A 是 10%,对于 TSL230B 是 5%)。

### 4.3 光谱响应

TSL230 的光谱响应特性如图 4 所示,  $25^{\circ}\text{C}$  环境下,在  $300\sim 1100\text{nm}$  的波长范围内,传感器均可以取得较好的响应效果。

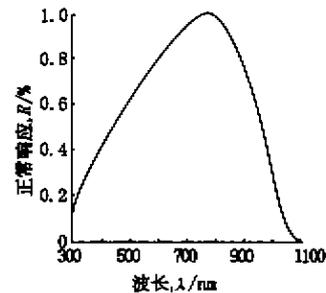


图 4 光谱响应特性

### 4.4 非线性误差

TSL230 输出频率的非线性误差在  $0\sim 10\text{kHz}$  时为  $\pm 0.1\%$ ,在  $0\sim 100\text{kHz}$  时为  $\pm 0.2\%$ ,在  $0\sim 1\text{MHz}$  时为  $\pm 5\%$ 。

### 4.5 输出频率的温度系数

传感器电路在  $300\sim 700\text{nm}$  的可见光范围内已经进行了温度补偿。波长超过  $700\text{nm}$  时其温度系数也很小,其情况如图 5 所示。

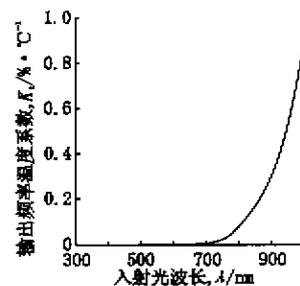


图 5 输出频率的温度系数

### 4.6 电源波动对输出频率的影响

如图 6 所示,供电电源对输出频率的影响也很小。

### 4.7 响应速度

TSL230 提供  $\mu\text{s}$  级的响应速度。

## 5 频率的测量

传感器对输出频率的分频功能使输出范围在多种

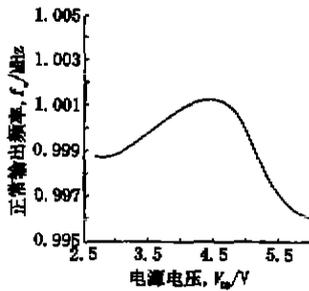


图6 电源对输出频率的影响

测量方法时都可达到最优化。分频系数为1时,输出可以用频率计、脉冲计数器或高速定时器来测量;分频系数为10或100时输出提供一个较低的频率范围,可用于高分辨率周期测量。

## 6 TSL230 的应用

TSL230所有的输入和输出端都兼容TTL电平,可直接和微处理器接口。其输出允许端OE置为高电平时,频率输出被置为高阻态,使得多个器件可共享一个微处理器输入线。

TSL230与单片机接口很方便,例如用GMS9032单片机的计数器来检测其输出频率,GMS9032最高可工作于40MHz的高速度,其计数器可稳定检测到TSL230高达1MHz的频率输出。

光强信号一般具有很大的动态范围,单片机的检测程序采用合适的检测方法,才可获得较高的检测精度。为了检测频率,可将定时器T0设置成16位计数器,用于对传感器输出的脉冲进行计数,在定时器T0计数的同时,用另外一个定时器T1来记录从T0开始计数到计数器溢出的时间,传感器的输出频率可用如下公式计算:

$$f = \frac{N_0}{t_1} = \frac{2^{16} - X_0}{\text{机器周期} \times N_1}$$

式中: $N_0$ 是计数器T0的计数值; $X_0$ 是计数器T0的初始化计数值(因单片机的计数器是加法计数器); $t_1$ 是计数器T1的计时时间; $N_1$ 是在定时器T0从开始计数到计数结束这段时间内计数器T1从0开始计数所达到的计数值,因单片机使用40MHz的晶振,机器周期为0.3 $\mu$ s。

在传感器的输出频率较高时,应将计数器T0计数值 $N_0$ 设为一个较大值(即 $X_0$ 设为较小值);如果检测光较弱,传感器的输出频率较低,则应将计数器T0的计数值设为一个较小值(即 $X_0$ 设为较大值)。这里有一个矛盾,将计数器计数值得比较大时,可获得较高的检测精度,但检测需要的时间较长;将计数器计数值得比较小时,检测需要的时间较短,但检测精度相对较低。

若要求检测的精度较高,应考虑使用稳定度较高的电源和精度、稳定度高的单片机晶振。另外,对于700nm波长以上的检测,软件计算时可进行温度补偿。

## 7 结束语

由于TSL230使用硅光电二极管来测量光强,因此具有响应快、重复性和稳定性好的特点。另外,硅光电二极管还不易老化和疲劳。TSL230可用于照相机曝光量控制、照明和舞台灯光控制、日光强度连续跟踪、医学诊断、烟雾和成分检测、火炉火焰控制、浊度检测、反射系数检测等。TSL230检测精度较高,也可用于各种仪器仪表,用它来改造国产721型可见分光光度计,也取得了较好的效果。

## 参 考 文 献

- 1 Mixed-Signal & Analog Products(CDROM). Texas Instruments Incorporated, 1996.

## 下 期 要 目 预 告

- \* 发展现场总线技术提高我国过程工业自动化装备水平
- \* 多功能压力传感器与现场总线技术
- \* 自热耗散式油井注入液体流速传感器
- \* 热处理条件对溅射法制得的InSb薄特性的影响
- \* 智能自动化仪表信号产生与测试仪的研制
- \* 旋转体温度的非接触测量
- \* JX-300 DCS在热电厂锅炉自控中的应用
- \* PC-6330D模入接口卡在光纤应变传感器中的应用
- \* 一种隔离放大模块设计
- \* 全自动腐蚀加速实验机的设计
- \* 智能化电感测试系统
- \* 分布式计算机测试装置在汽车综合性能检测中的应用
- \* EJA系列智能变送器的应用
- \* HIC-1000分布式系统在电站锅炉控制中的应用