

# 光电接收器件专集(I)

**编者按:** 应广大读者的要求,我们组织了光电接收器件专集,分两期刊登。为适应各类读者的需要,本专集介绍了各种光电接收器件的原理、性能、使用体会和注意事项,并附有部分国内外资料。有些光电接收器件已比较成熟,但至今仍在各个领域内广泛地应用,对此,本刊也将以一定篇幅加以介绍。本期刊登的集成光电接收器件是一个比较新的专题,以后将刊登光电倍增管、热电接收器件、各种分立半导体接收器件等专题。

## 自扫描一维光敏二极管阵列

梁培辉

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

自扫描一维光敏二极管阵列(简称列阵),是一种问世不久的固体一维传感器。它在光电测量中成为光学多道分析仪器的关键光电元件。它能实时地将空间光强分布转换成视频电信号,所以适合于光学与光谱实验室使用。在工业中也有着广阔的应用前景。

美国 EG&G Reticon 的系列产品,历史较长,资料也较全,本文以此为基础,对这类新型光电接收器作扼要的介绍。

### 一、原理

列阵接收器包括列阵头、放大器、驱动电路和电源等部分。图 1 是传感器的简单工作原理图。

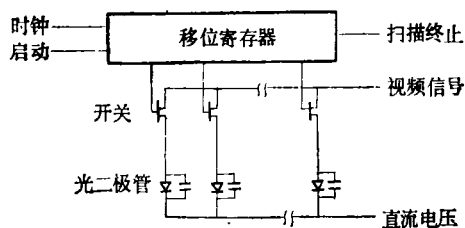


图 1

传感器是单块的集成电路,每一单元包括光敏二极管、开关管和电容。工作时首先向二极管及电容加电压(约 5V),二极管处于反向工作状态,电容充电约 3pc。当光辐射照到二极管上时,产生光电流,电容电荷减小,减小的数量正比于光强和曝光时间的乘积。移位寄存器使每单元的开关逐一打开,电荷被取样经视频信号线输出,同时每一单元再重新充电。

时钟的频率可调,它控制了从一单元到另一单元的取样速率,启动脉冲的周期则决定了每个单元的曝光时间。

在 Reticon 的产品中,为了降低噪音,每一单元除了有上述的光敏二极管、开关和电容外,还有起补偿作用的二极管、开关和电容,但这里

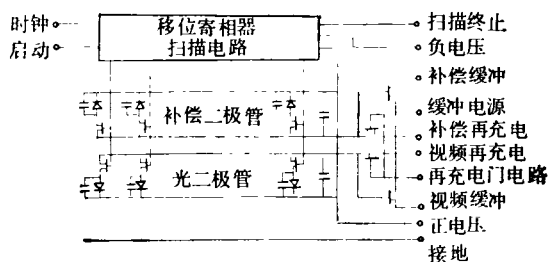


图 2

的二极管是无光照的。然后将视频信号和补偿信号差分放大,从而得到清晰的信号,该信号或直接用示波器显示,或经 A/D 变换送到计算机进行处理。图 2 为 G 系列产品的简化等效电路。

## 二、传感器的构造

图 3 上面两个图为传感器的构造示意图。在 n 型硅片上扩散 P 型区形成一个个二极管。无论 n 型还是 P 型的硅表面都是光电灵敏的,所产生的电荷分别被最靠近的 p-N 结电容收集和存贮。因此不会出现光辐射照到两个二极管的“缝”处而导致信号的不连续。

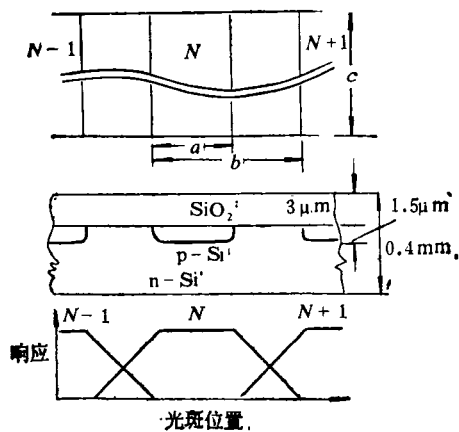


图 3 传感器构造和空间响应函数

列阵主要是按几何尺寸和单元数分类的。单元数一般为 128, 256, 512 和 1024。产品的系列多用就几何尺寸来分类。表 1 列出 Reticon G 系列与 S 系列的结构参数。

表 1

	G 系列	S 系列
a	15 μm	13 μm
b	25 μm	25 μm
c	26 μm	2.5 mm

如果接收的图象是一维分布,则在记录多色光计的光谱时使用 S 系列最为合适。因为接

收单元有 2.5mm 宽,面积较大,故光电信号的输出电平比 G 系列要高两个数量级以上。

## 三、光学特性

列阵是涂有 SiO<sub>2</sub> 膜的硅接收元件,光谱响应曲线见图 4,范围从紫外 2000 Å 到近红外 1.1 μm (带光纤窗口者则是 3500 Å—1.1 μm)。如果要在 X 光波段使用,宜选用尽可能薄的 SiO<sub>2</sub> 膜的元件。

为了提高接收器的灵敏度,有所谓加强型的列阵,即在列阵前加上增强器,此时需用光纤耦合,这样由于光纤材料对紫外的吸收,列阵的光谱响应范围变为 3500 Å—1.1 μm。

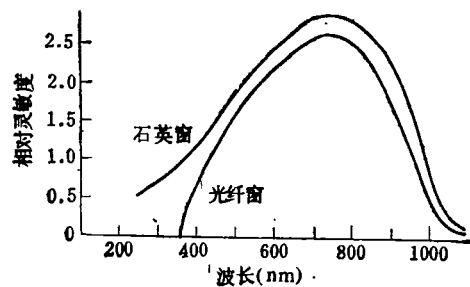


图 4

列阵传感器在饱和之前,输出信号的大小与曝光量有线性关系(见图 5)。在光电器件中具有如此明显的饱和特性,对测量是十分有利的。因为,这容易确保测量始终是在接收器的线性区域,避免出现非线性而造成数据处理的麻烦。

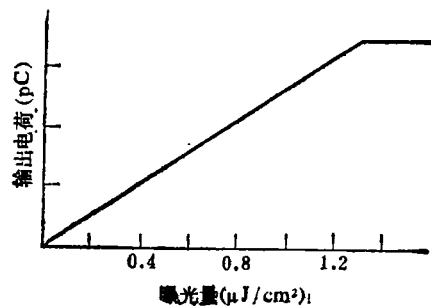


图 5 列阵传感器输出信号电荷与曝光量的函数关系

G系列列阵的灵敏度为  $2.5 \times 10^{-12} \text{A}/\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。由于生产工艺的限制,各个小单元二极管的灵敏度略有差别,从而造成接收器灵敏度空间的不均匀。显然列阵的单元数愈多,不均匀的程度也愈大。例如512单元者,不均匀性为5%,而1024单元者为7%。上述典型数据是在25℃下测量的。

#### 四、噪音和动态范围

噪音,即自扫描器的暗信号输出,它来自暗环境下的漏电、放大器的噪音和没有完全消除的开关噪音。

漏电电流在室温下的典型数值为  $1 \times 10^{-12} \text{A}$ 。如果饱和的电荷为  $3 \times 10^{-12} \text{C}$ ,则当列阵的曝光周期为30ms时,漏电噪音的影响为1%;若周期为3ms,漏电噪音的影响为0.1%。漏电电流大小是温度函数,每升高7℃,数值要翻一番。

放大器噪音是完全无规的,典型情况下,其影响约为0.1%。

开关噪音在列阵传感器的空间分布是无规则的,但是图形重复,影响约为饱和电平的1%左右。

在通常情况下,Reticon G系列器件的动态范围优于100:1。S系列则优于  $10^4:1$ 。

#### 五、尺寸、价格及注意事项

传感器的大小与单元数大致成正比,例如1024单元者,外形的面积约为  $4 \times 1 \text{cm}^2$ 。驱动线路板与系列有关,供G系列用的线路板约为  $12 \times 16 \text{cm}^2$ 。供S系列用的约为  $12 \times 20 \text{cm}^2$ 。列阵头(传感器)体积小,重量轻,但价钱比线路板约高一个量级。列阵头的价格基本上正比于单元数。

对不同型号的传感器要选用相应的驱动线路板;器件中有MOS元件,装拆时注意人体感应电信号的影响。

#### 参 考 文 献

- [1] 梁培辉等,中国激光,10(1983),117.
- [2] 梁培辉等,中国激光,10(1983),848.
- [3] 梁培辉等,中国激光,11(1984),310.

(上接第567页)

感,所以即使选择到良好的光电管,如不提供良好的工作条件,也不能发挥其最好效果,故在使用时要注意以下几点。

##### 1. 环境温度和湿度

光电管通常可以在较宽的温度范围和较大的湿度环境下工作,但这决不是说,可以使管子处于最佳工作状态。光电管在测试时规定的环境温度在19~25℃范围内,相对湿度不得大于75%,如果超出上述范围,就要引起光电管参数不同程度的变化。例如,把CsSb光电阴极加热到100℃以上,阴极有出现破坏的可能,灵敏度就要降低,特别是阈值附近的灵敏度降低尤为明显,同时暗电流随温度增加将按指数规律显著增加。湿度增加,漏电流会增加,有时甚至会增加几个数量级。暗电流还会因温度、湿度

增加而出现不稳定。为此必须保持管子清洁、干燥和规定的工作温度。

##### 2. 屏蔽

(1) 即使是非工作状态的管子,也切忌暴露在强光下。当处于工作状态时尤应消除漏光。曝光后,须避光适当时间,否则暗电流较大。

(2) 为了减少磁场对光电管的影响,宜用高导磁率的保护罩加以屏蔽。

(3) 与玻璃外壳接触的材料,宜保持在光电阴极电位,以起到电屏蔽的作用。

(4) 在脉冲应用场合,则应将光电管及其负载电路仔细屏蔽起来,以免外部感应,连接导线也应尽量短,以减小寄生电容,从而减小输出信号的损耗。