

高速面阵 CCD 的特殊驱动方法

郭永飞

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 本文提出一种特殊驱动方法,在 CCD 象元的读出过程中,采取不同的驱动频率,使 CCD 部分象元的读出速率下降,从而降低对处理电路的技术要求,这种方法具有一定的实用性。

关键词: 电荷耦合器件;象元;读出速率;驱动

1 引言

CCD(Charge Coupled Devices)电荷耦合器件,是美国贝尔实验室在七十年代前后发明的一种新型半导体器件。自从它问世以来,就显示出它的生命力。二十年来,CCD 的研究取得了惊人的进展,特别是在像感器应用方面发展迅速,已成为现代光电子学和现代测试技术中最活跃、最富有成果的新兴领域之一。

CCD 器件分为线阵和面阵两种,它们不但具有集成度高、几何尺寸严格、光敏单元间距小、工作电压低、功耗小和抗电磁干扰能力强,而且在分辨率、动态范围、低噪声、灵敏度、实时传输和电荷自扫描等方面的优越性,也是其它光电子器件无法比拟的,因此,它已广泛用于传真、文件复印、非接触尺寸与面形检测、光学自动调焦、人工智能视觉、计量测试、自动化过程、光电子及光电图象处理等方面。

2 分析

CCD 是紧密排列在半导体绝缘表面的金属电极形成的 CMOS 电容器,它可以用来存储和转移电荷。电荷经过感光注入之后,电荷都被存储在一个个势井中,在电极上施加相应的脉冲电压,来改变势井的深度,电荷将随着势井的变化而转移,并顺序地移出 CCD 器件。

线阵 CCD 器件只能接收一维光信息,面阵 CCD 器件可以同时接收二维图像信息,并可在高速下获取瞬间的图像信息。在这种工作方式时,为保证在很短的时间内输出所有的像元的信息,面阵 CCD 的像元读出速率将非常高,这使后续的电路也应具有相当的或更高的速度,特别是 A/D 变换和数据处理将变得非常困难。

在平场式光谱仪中已经采用面阵 CCD 作为焦平面光电变换器件。目前,商业化的 CCD 器

件尺寸很多,但往往不能满足焦平面尺寸的要求,而定做附合要求的 CCD 器件将需要高昂的费用。在采用较大尺寸的 CCD 器件时,将带来二个问题:一个是像元数目的增大将使像元的读出速率提高,另一个是将有部分像元不接收光信息,而这一点恰好为实现 CCD 的特殊驱动方法提供可能。

3 原 理

CCD 中电荷的转移是依靠施加在电极上有规则的电压来实现的,它的转移过程请见图 1 所示,通常把 CCD 电极分为几组,每一组称为一相,并施加同样的脉冲电压,CCD 的内部结构决定了使其工作所需的相数,图 1 所示的是二相转移方式。

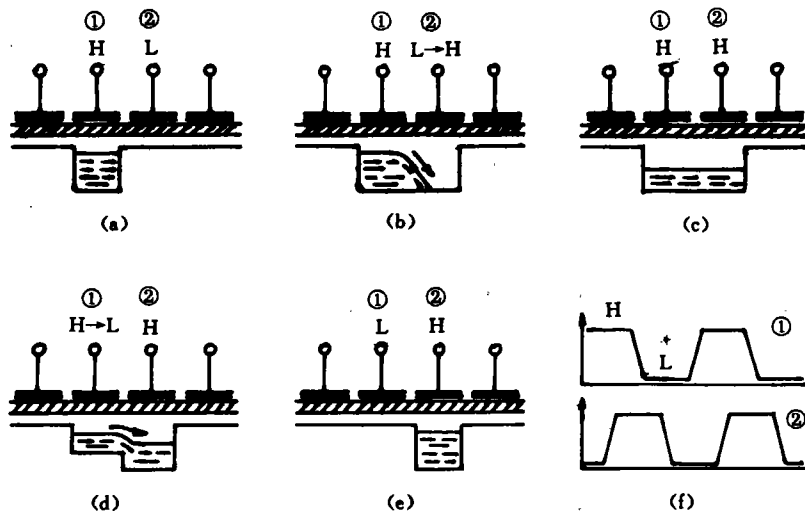


图 1 电荷的转移过程

Fig. 1 Charge transfer process

电荷的转移频率取决于脉冲电压的频率,而脉冲电压频率依赖 CCD 器件的工作方式。面阵 CCD 通常工作在视频方式,即每秒获得 50 或 60 幅图像(称为 50 帧/s 或 60 帧/s),假如一个像元数目为 512×512 的面阵 CCD 工作在 50 帧/s 的视频方式时,它的脉冲电压频率(即像元的读出速率)约为 14MHz(逐行扫描式)。

在平场式光谱仪中,为了获取瞬间的光谱信息,处于焦平面上的面阵 CCD 要求工作在很高的速度下,它的工作速度是视频方式的几倍。每秒可获得 100 或更多幅图像,在这种情况下,对于 512×512 的面阵 CCD 来说,即使它的像元只被利用了一部分,但它的像元的读出速率必须达 28MHz(逐行扫描式)或者更高。这已经接近一般集成电路的工作频率极限,而对于面阵 CCD 的信号处理电路来说,特别是 A/D 变换电路其性能的要求将更高。这不仅使处理电路复杂,而且使处理电路的性能受到一定的影响。

为了减小 A/D 变换电路和其它电路的压力,就必须降低 CCD 的像元的读出速率,但又不能影响 CCD 的工作速度,在 CCD 的像元被部分利用时,可使其被利用部分的像元以较低的速率读出,而其余的像元以较高的速率读出,这就是高速面阵 CCD 的特殊驱动方法的基本思想。

下面以面阵 CCD 的某一行像元的读出来说明特殊驱动的方法, 图 2(A)所示的是一行像元的普通读出时序, 所有的像元以相同的速率读出, 图 2(B)所示的一行的特殊读出时序, 一行中不同的像元以不同的速率读出, 其中有用部分的像元以低速率读出, 而其它的像元以高速率读出。这两部分像元的读出时间之和与一行像元的普通读出时间相同。例如, 一行 512 像元以 10MHz 的速率读出, 它一行的读出时间为 51.2 μ s。假如一行像元中有 256 个像元以 6MHz 的速率读出, 而另

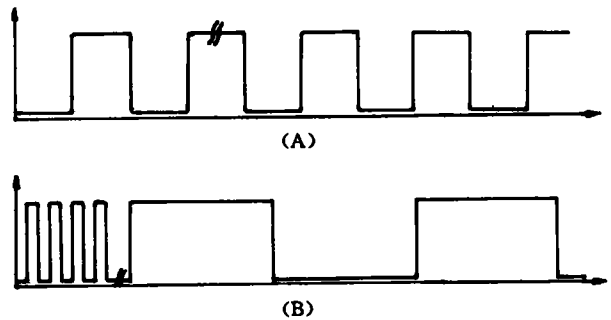


图 2 像元的普通与特殊读出时序

Figure 2. Normal and special pixel readout timing signals
 外 256 像元以 30MHz 的速率读出, 则两部分像元的读出时间之和仍为 51.2 μ s。由此可见, 特殊驱动方法的一行像元中有 256 个像元以 6MHz 的速率读出, 比普通驱动方法中相同 256 个像元以 10MHz 的速率读出要低的多。而且这部分像元的低速率读出将大大地减轻信号处理电路, 特别是 A/D 变换电路的负担。

采用特殊驱动方法时, 一行像元中低速率读出的像元数和读出速率可在下列公式中求得:

$$\frac{N_s}{F_s} = \frac{N_l}{F_l} + \frac{N_h}{F_h}$$

式中 N_s 表示一行中总的像元数目, F_s 为普通方法的读出速率。

N_l 表示低速率读出的像元数目, F_l 为对应的读出速率。

N_h 表示其余的像元数目, F_h 为相应的读出速率。

4 结 束 语

为了获取部分像元的信息或者使用面阵 CCD 的部分像元进行探测是 CCD 特殊驱动方法的先决条件, 同时 CCD 中采取高速读出的那部分像元的最高读出速率将受到器件性能的限制, 但是, CCD 的特殊驱动方法可实现部分像元的低速率读出。其方法的优点主要体现在可降低对其信号处理电路, 特别是 A/D 变换电路的性能要求, 并具有一定的实用性。

参 考 文 献

- [1]王庆有编,CCD应用技术.天津:天津大学出版社,1993
[2]Gradl. D. A.,250MHz CCD Driver. IEEE Jour. Solid—State Circuit,1981,SC—16(2):100

A Special Driving Method of The High Speed Area CCD

Guo Yongfei

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences,Changchun 130022*)

Abstract

This paper puts forward a special driving method of the high speed area CCD. When being read out, the pixels of CCD are droven in different speed. A part of the pixels read out slowly. This method reduces the technique target of processing circuits. It is useful.

Key words: Charge Coupled Devices, Pixel, Readout rates, Drive

郭永飞 男,1961年1月出生。大学毕业于长春光学精密机械学院。在长春光学精密机械研究所取得硕士学位。从事电子技术与微计算机应用方面的研究。硕士论文获得科学院优秀论文三等奖。参加了几项重大攻关课题的研究工作。撰写十余篇工作报告和论证报告。