

一种利用 CCD143A 的黑参考像元 实现 AGC 的方法

李耀斌

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

林晓梅

(吉林工学院 长春 130012)

摘要 介绍了 CCD143A 黑参考像元实现“AGC”的方法。此种方法,不仅提高了系统的稳定性和测试精度,同时简化了电路结构,并充分利用了 CCD 的分辨率资源。合理利用 CCD 的辅助像元给信号处理带来极大的方便。

关键词 CCD 浮动阈值 自动增益控制 黑参考像元

1 引言

CCD 经过二十多年的发展,在各个研究及应用领域里取得了惊人的进展,特别是在图像传感应用方面发展得极为迅速,已成为现代光电子学和现代测试、瞄准技术中最活跃、最富有成果的新兴领域之一。

在 CCD 许多应用领域里,对 CCD 输出的电信息,常常采用自动增益控制(AGC)技术进行信号处理,以便提高系统的稳定性和测量精度。本文介绍了利用 CCD143A 的黑参考像元实现 AGC 的一种方法。此种方法的优点为:不用专门设置景物照度的采集单元作为参考基准,充分利用了 CCD 结构特点,简化了电路结构,降低了系统成本。

2 CCD 143A 光敏区结构

目前各国著名公司生产的不同型号的 CCD 芯片越来越多,其性能也不断的完善。但无论是线阵,还是面阵 CCD,在光敏区的头部和尾部都集成了一定数目的非信号像素,我们称作辅

助像元。这些辅助像元的几何尺寸,外观,与信号像元无区别。但都规则地排列在光敏区两端,因生产厂家的工艺不同,其数目各异。

因辅助像元不能作信号像元使用。所以,往往使某些应用者忽略其存在的意义,甚至把它们当作信号处理的负担。我们在近二十年的应用中发现:辅助像元虽不能作信号像元使用,但它们都有各自特殊的功能和作用,巧妙的利用它们会给 CCD 的研究和应用带来极大的方便。

辅助像元大体上可分为三类:黑(暗)参考像元 (Black Reference); 隔离像元(Isolation Cells) 及白参考像元(White Reference)。见图1。

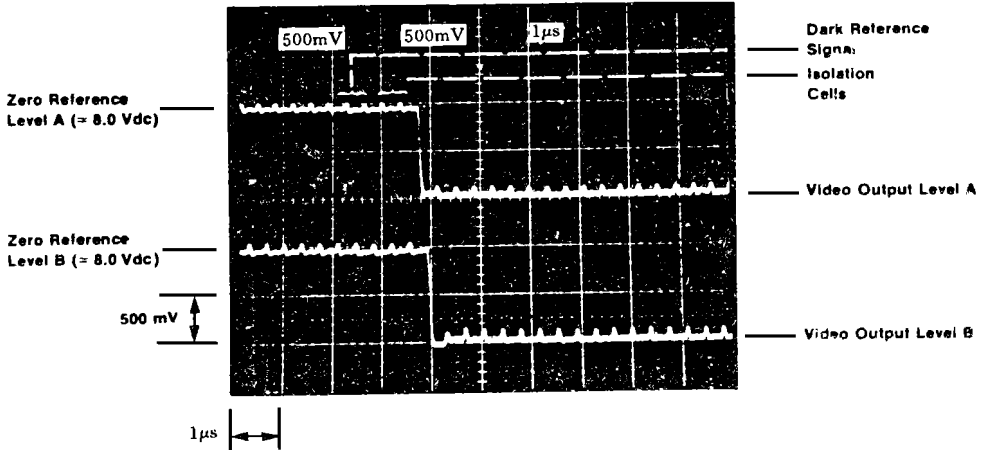


Fig. 1(a) Start vidieo out of CCD 143A

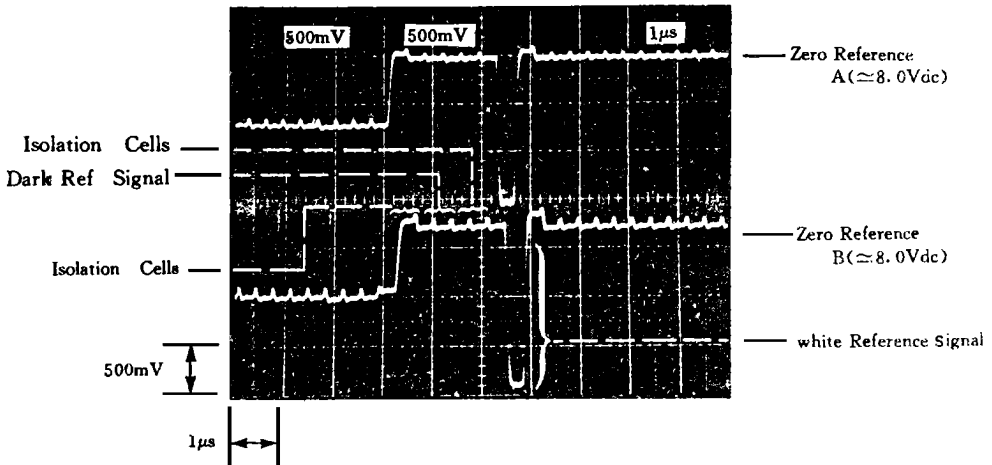


Fig. 1(b) End of one scan vidieo output

暗条件下,黑参考像元的电位值与 CCD 输出的直流电位相同。因 CCD 衬底偏置等原因,只要 CCD 驱动器工作,CCD 的输出信号,就会附加上一个 6~12 V 不等的直流电位,这种直流电位的存在,给其信号处理带来不便。既使采用隔离藕合输出,CCD 在作图像传感应用时,

又要进行繁杂的直流恢复工作。现在许多厂家,专门设计了 DOS 输出,目的是抵消这种直流分量,但大多数 CCD 还没有 DOS 输出端。利用黑参考像元具有在暗条件下 CCD 输出的直流电位值,可以方便地去掉 CCD 输出中的直流分量。

隔离像元一般排列在黑参考与信号像元、信号像元和白参考之间。CCD 的信号是以电荷包的形式存在于势阱中,并以链斗器的方式在移位寄存器中进行传输的。所以强光下激发的巨量电荷包会影响相邻像元的线性度,隔离像元像屏障一样,来抵制非信号像元对信号像元的串扰。不论光强怎样变化,其输出是一个固定的直流电位。

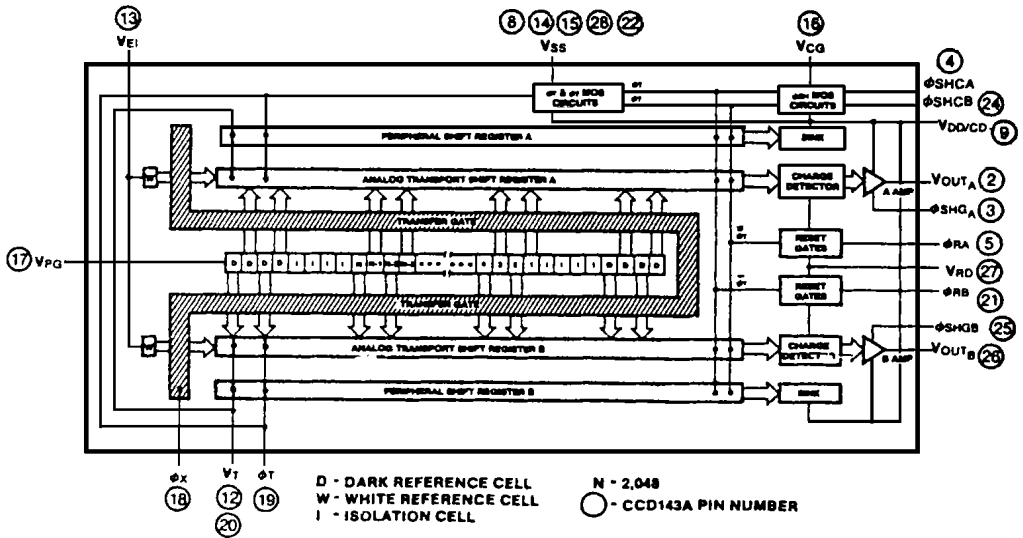


Fig. 2(a) CCD143A block diagram

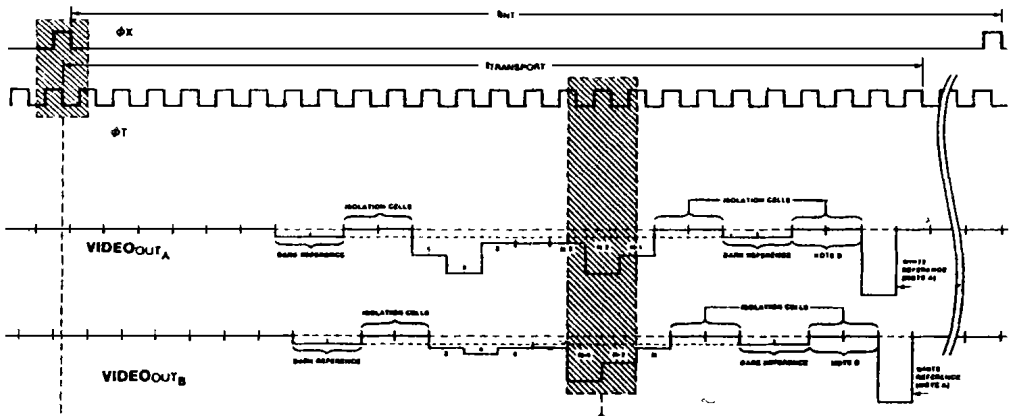


Fig. 2(b) CCD143A timing diagram

白参考像元一般排列在信号像元之后,它受控于偏置电压 V_{et} ,其最大输出幅值为信号像元饱和输出值的80%,一般 CCD 最佳工作区为微饱和以下,白参考电平恰好为我们提供了 CCD 最佳工作区的参考电位,通过利用白参考像元输出的直流电位,也可以控制放大器的增益倍率。

图2是美国仙童公司生产的 CCD143A 光敏区结构图和输出时序图。

CCD143A 是 2048像元的电荷耦合器件,最高工作频率为: 20MHZ, 移位寄存器是由两相时钟驱动的双端输出结构, V_{oA} 是奇像元输出端, V_{oB} 是偶像元输出端。其中黑参考像元为 8个, 隔离像元为12个; 白参考像元2个。附助像元与信号像元几何尺寸均为: $13\mu\text{m} \times 13\mu\text{m}$, 隔离区为: $13\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$, 感光区为: $13\mu\text{m} \times 8\mu\text{m}$, 其结构见图3。

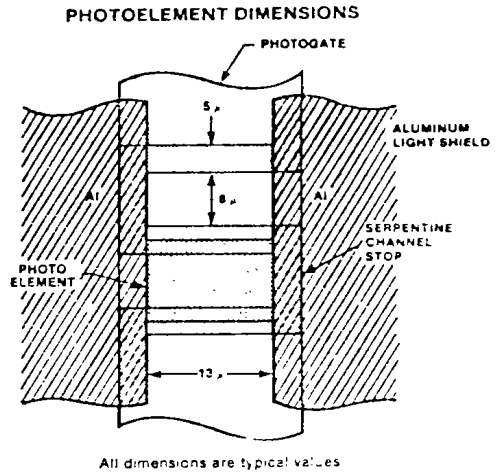


Fig. 3 Photoelement dimension

3 浮动阈值

在对 CCD143A 实际使用和测试中,我们发现黑参考像元其输出的直流电位随景物光强的增加而变高,并且具有良好的线性关系。图4是黑参考像元与 CCD 输出的关系曲线。利用黑参考电平与 CCD 输出之间良好的线性关系,我们可以方便的实现 AGC。实现 AGC 首先要采集到随景物照度变化的浮动阈值。图5是利用黑参考电平实现浮动阈值的原理图。

其中单稳电路产生的采样时钟要严格对准黑参考像元电平输出的时序位置。采样保持电路主要由电子开关 S, 存储介质 C, 和输入, 输出放大器 A1、A2组成, 见图6。

当采样时钟到来时,电子开关 S 闭合。被采样的黑参考电位值迅速对存储介质充电,当采样时钟撤离后, S 断开,存储介质中的电位值被保持到下一个采样时钟的到来。放大器 A2要有足够的输入阻抗,存储介质的漏电流要小。

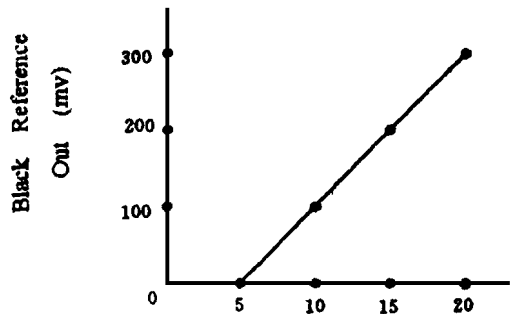


Fig. 4 Black reference out versus CCD out

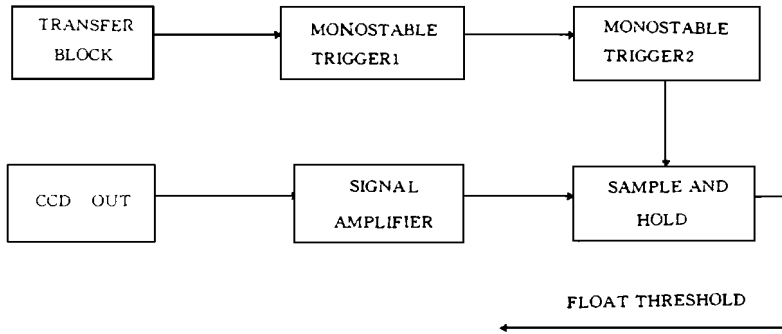


Fig 5 Use black reference signal complete float threshold diagram

伴随电子器件的飞速发展,用于产生浮动阈值的单稳电路也可由 EPLD(可改写编程器件)代替,用 CCD 的倍频时钟经 EPLD 产生合乎要求的采样时钟是非常方便的,避免了硬件调试的繁杂。图7是利用 EPLD 产生浮动阈值的原理图。

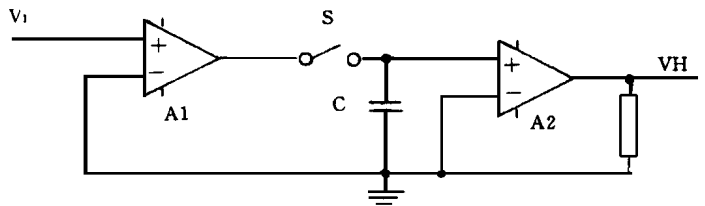


Fig 6 SAMPLE- AND- HOLD Circuit

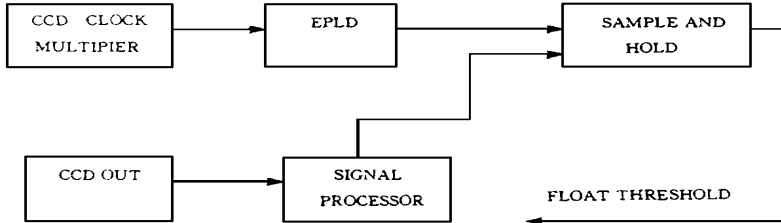


Fig 7 Use EPLD complete float threshold diagram

这个随光强变化的直流电位——我们称为浮动阈值。其特点是:当景物照度增强时,CCD 输出幅值变大,浮动阈值变高,利用这种浮动阈值我们也可以进行 CCD 信号的二值化处理,并能消除 CCD 在测量时因光强度不稳定带来的误差,使系统的测量精度和稳定性得到进一步提高。

4 AGC 电路

利用 CCD 辅助像元——黑参考像元的特性,可以方便的产生随光强变化的浮动阈值,利用这种特性,为 CCD 信号处理提供了极大的方便。下面介绍由此实现 AGC 的一种方法,电路见图8。

当 VH 变大时, VC 变小,而 $VOUT$ 变小,反之则反。 $f(v_{out}) = 1/(VH)$ 。用场效应管作可变电阻时,一般它的线性动态范围是比较小的,因为在较宽的 $D-S$ 电压范围内, $D-S$ 电阻是非线性的,但是利用一对场效应管,则可以作成动态范围较宽的压控放大器。由于运算放大器的异名端可以看成是“虚地”(不管真正的信号电压多大),场效应管的 $D-S$ 电压都是比较

小的。这就保证了压控增益的线性。该电路的电压传输函数为:

$$AV = -R_2/R_1 + N(R_1 + R_2)/R_1 + NR_2/R_{on}(1 - (V_{gs}/V_p))$$

其中, R_{on} 是 T_2 的导通电阻;
 V_{gs} 为栅-源电压; V_p 为夹断电压,
 变量 $N = R_{on}/(R_{ON} + R_1)$, 如果
 R_{on} 比 R_1 小得多, 则:

$$AV = -R_2 \cdot V_{gs}/R_1 \cdot V_p \quad (2)$$

控制电压 VC 输入范围为: $0 - V_p$, 最大输入信号由 $I_{DS} \cdot R_1$ 确定, 其中 I_{DS} 为场效应管的饱和漏电流。

综上所述, 利用 CDD143A 的辐助像元-黑参考的输出电平的特点, 自动控制了 CCD 的输出增益, 提高了系统测量精度和稳定性。

参 考 文 献

- 1 CCD SOLID STATE IMAGING TECHNOLOGY. FAIRCHILD a Schlumberger Company 1987. 69 ~ 80
- 2 王庆有, 孙学珠. CCD 应用技术. 天津: 天津大学出版社, 1992
- 3 华东工学院情报资料室. 电荷耦合器件. 夜视技术译文集, 1975

Using the Black Reference of CCD143A to Complete AGC

LI Yao-Bin

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

LIN Xiao-Mei

(Jilin Institute of Technology, Changchun 130012)

Abstract

This paper introduces a method which completes AGC with the help of black reference pixel CCD143A. The method simplifies circuit structure, which not only enhances the system stability and test precision, but also adequately utilizes resources of CCD resolution. In addition, using supplementary pixels reasonably will benefit signal processing with great convenience.

Key words: CCD, Float threshold, AGC, Black reference

李耀斌 男, 生于1947年9月, 1981年毕业于吉林大学半导体系物理专业, 多年来一直从事 CCD 应用研究工作。参加的“国家防洪应用试验”荣获国家科学进步一等奖, “CCD 大型测试设备”获科学院科学进步三等奖。

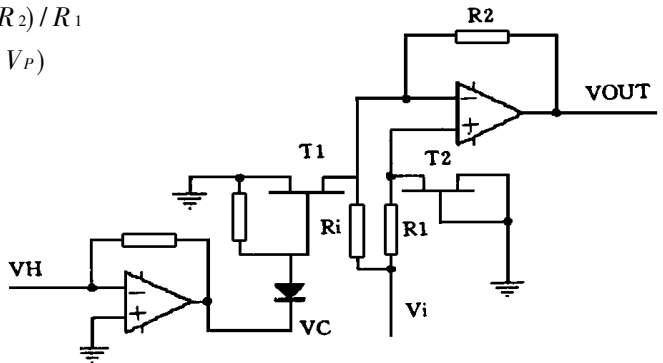


Fig. 8 Use the float threshold complete AGC