

## Implement of Windowing in ROIC

WANG Lei, XIE Liang, XIA Xiao-juan, SUN Wei-feng\*

(School of Electronic Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** An implement of windowing in ROIC(Readout Integrated Circuit) is presented. The principle, structure, function and logic design of the circuit, made from windowing ROIC, are studied and the designs of ROIC are verified by computer simulation results. This module can provide many functions, such as readout from destined pixel, window size, starting address and readout sequence. It can not only full windows readout to ensure wide field of view, but also readout from destined regional, so as to improve the transfer rate.

**Key words:** infrared focal plane array; ROIC; windowing; simulation

EEACC:7250G

## 读出电路中的开窗口读出方法实现

王磊, 谢亮, 夏晓娟, 孙伟锋\*

(东南大学电子科学与工程学院, 南京 210096)

**摘要:** 主要研究了一种应用于读出电路中的开窗口读出方法。详细描述了开窗口读出电路的工作原理, 电路功能和逻辑设计, 并通过计算机仿真验证了电路设计的正确性。该方法可以实现任意开窗, 即从指定像素开始读出, 窗口大小、起始地址和读出顺序均可控; 不但可以满足像素输出保持大的视场, 而且可以任意指定图像中的一个区域开窗口读出, 大大提高了图像输出的速率。

**关键词:** 红外焦平面; 读出电路; 开窗口; 仿真

**中图分类号:** TN495

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-9490(2008)06-1883-04

红外焦平面器件是一种光电摄像器件, 其作用是将空间光辐射信号转变为具有一定时序的电信号<sup>[1]</sup>, 一般由红外焦平面探测器阵列和红外焦平面读出电路两部分构成, 红外焦平面器件因其放置在光学系统的焦平面位置而得名<sup>[2-3]</sup>。

作为红外焦平面主要部件之一的读出电路, 在整个红外系统中是十分重要的一个环节, 其性能优劣直接影响到红外焦平面阵列, 甚至整个红外系统的性能。读出电路的主要功能是对探测器感应的微弱电信号进行前置处理(如积分、放大、滤波和采样/保持等)及信号的并/串行转换<sup>[4-5]</sup>。

目前由于读出电路的基本模块发展已经成熟, 人们将注意力逐渐转移到增强焦平面阵列功能和减少整个系统的复杂性方面。正在研制中的第三代灵巧焦平面其中一个重要功能就是开窗口功能, 即允许一

个大的焦平面窗口作为低帧速率的采集传感器工作, 维持宽视场、高灵敏度和适度的数据速率; 另一方面, 又能起一个约定传感器的作用, 即以高的帧速率输出一个窄的视场, 同时保持适度的总数据速率<sup>[6-8]</sup>。

### 1 电路设计

#### 1.1 电路功能设计

要实现开窗口读出, 电路需包括数据寄存器, 行地址选择电路, 行窗口大小控制电路, 列地址选择电路, 列窗口大小控制电路, 框图如图1所示。

数据寄存器主要用于传输和锁存 DATA 数据。数据寄存器的输出为行、列起始地址和窗口大小, 用来控制读出像素的大小和范围。

行地址选择电路的主要作用是将二进制的行地址转换成格雷码编码的行地址来进行计数。

收稿日期: 2008-03-31

作者简介: 王磊(1983-), 男, 攻读硕士学位, 主要从事数模混合集成电路的研究与设计, hwarewanglei@163.com;

孙伟锋(1977-), 男, 博士, 副教授, 主要从事功率器件与集成电路的研究、设计, swffrog@seu.edu.cn.

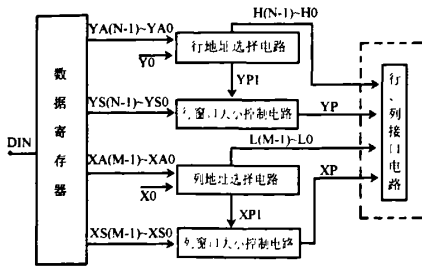


图 1 读出电路整体框图

行窗口大小电路主要用于对行窗口大小进行计数,并且当计数到满足窗口大小时结束行选。

列地址选择电路的主要作用是将二进制的列地址转换成格雷码编码的列地址来进行计数。

列窗口大小电路主要用于对列窗口大小进行计数,并且当计数到满足窗口大小时结束该行的列选。

通过上述电路,不仅可以按正常的满像素读出图像,也可以通过人为设置起始位置和窗口大小进行开窗口读出,并且带有读出方向可选和溢出控制功能。共有四种读出方向:分别为两种行读出方向:从上到下、从下到上,两种列读出顺序:从左到右、从右到左,一共是四种读出组合。图 2、图 3 和图 4 分别示出开窗口读出电路正向读出、反向读出和发生读出溢出时的功能示意图。其中图 2 表示窗口起始地址为(6,4),窗口大小为 128 行,128 列,行、列均为正向读出;图 3 表示窗口起始地址为(311,245),窗口大小为 128 行,128 列,行、列均为反向读出;图 4 表示窗口溢出的情况,其中窗口起始地址为(268,132),预设窗口大小为 128 行、128 列,实际窗口大小为 124 行、52 列,行、列均为正向读出。

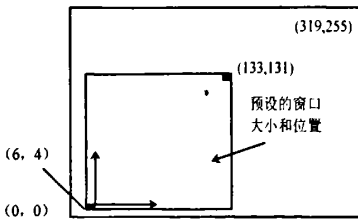


图 2 正向读出时的功能示意

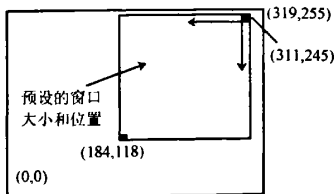


图 3 反向读出时的功能示意图

读出电路总的工作过程描述如下:电路通电以后,在每一帧的行选信号到达以后,行地址选择电路首先进行计数前的置位,置位的起始地址根据数据

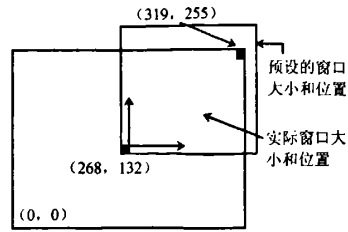


图 4 发生读出溢出时的功能示意图

寄存器输出的行起始地址得到,之后在此基础上进行计数,同时行窗口大小控制电路也进行计数前的置位,起始窗口大小根据数据寄存器输出的行窗口大小得到,之后在此基础上进行计数。正常情况下,当行窗口大小电路计数到满足预设的行窗口大小时,产生行选结束信号,该帧的读出结束。溢出情况下,虽然行窗口大小电路还未满足行窗口大小,但是行地址选择电路已经计数到第一行(反向读出时)或者最后一行(正向读出时),此时也会产生行选结束信号,结束该帧的读出。

在每一行的列选信号到达以后,列地址选择电路首先进行计数前的置位,置位的起始地址根据数据寄存器输出的列起始地址得到,之后在此基础上进行计数,同时列窗口大小控制电路也进行计数前的置位,起始窗口大小根据数据寄存器输出的列窗口大小得到,之后在此基础上进行计数。正常情况下,当列窗口大小电路计数到满足预设的列窗口大小时,产生列选结束信号,该行的读出结束。溢出情况下,虽然列窗口大小电路还未满足列窗口大小,但是列地址选择电路已经计数到第一列(反向读出时)或者最后一列(正向读出时),此时也会产生列选结束信号,结束该行的读出。读出电路一帧的工作流程如图 5 所示。

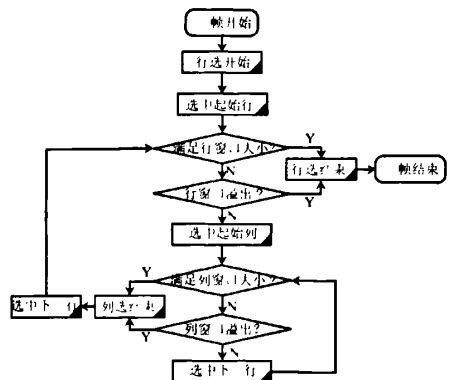


图 5 读出电路一帧的工作流程图

## 1.2 电路逻辑设计和功能仿真

本设计采用 CMOS0.5  $\mu\text{m}$  双硅三铝工艺实现,阵列规模为  $320 \times 256$ 。



$XS_6 \sim XS_0$ , 输出为  $W_7 \sim W_0$ , 用于控制列选的结束。电路开始计数之前, 会首先进行置位,  $W_7 \sim W_0$  的起始值大小为  $XS_6 \sim XS_0$  的反。之后电路正常计数, 这样当  $W_7 \sim W_0$  计到 11111111 时, 刚好满足窗口大小, 此时电路产生列窗口大小标志信号  $XP_2$ 。无论是列地址溢出还是满足列窗口大小时, 电路均会产生列选结束信号  $XP$ 。这部分电路结构与行窗口大小控制电路类似, 只是计数器的模数应为 320。

1. 2. 6 仿真结果

仿真软件使用 Cadence 中的 verilog-XL, 0. 5  $\mu\text{m}$  DPTM 工艺库。

图 10 为读出电路一帧时序图。选择的行窗口是满像素输出, 行读出方向为正向读出。其中 FSYNC 为帧同步信号, LSYNC 为行同步信号, 在一帧时间内, 256 行依次导通。

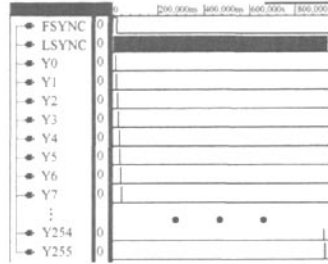


图 10 读出电路一帧的工作时序图

参考文献:

[1] 张华斌, 张庆中. 红外焦平面阵列技术现状和发展趋势[J]. 传感器世界, 2005(5): 6-10.  
[2] 沈晓, 丁瑞军. 读出电路数字模块设计[J]. 激光与红外, 2007(9): 985-989.  
[3] 杨彪, 颜夕宏. 红外焦平面阵列读出电路设计[J]. 半导体光电, 2005(3): 88-90.  
[4] 刘成康. 红外焦平面阵列 CMOS 读出电路研究[D]. [博士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2001.

图 11 为读出电路一行时序图。假设选择的列窗口是满像素输出, 列读出方向为正向读出。在一行时间内, 320 列依次导通。

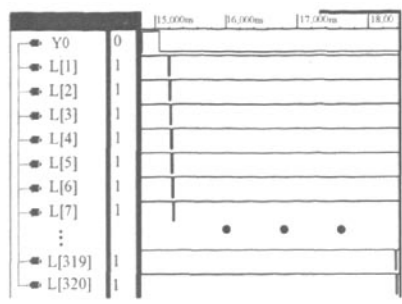


图 11 读出电路一行的工作时序图

2 结论

依据读出电路目前的发展趋势, 必须设计一些高性能的电路关键模块。本文所研究的应用于红外焦平面的开窗口读出电路可以实现任意开窗, 并且窗口大小、起始地址和读出顺序均可控; 具有广泛的适应性, 除可以应用于红外焦平面以外, 还可用于 CMOS 图像传感器读出电路、紫外焦平面读出电路等。以像素单元为  $320 \times 256$  为例, 对电路进行了功能和逻辑设计并且通过仿真验证了设计的可靠性。

[5] 沈晓燕. 非致冷红外焦平面阵列 CMOS 读出电路设计及其仿真[D]. [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2002.  
[6] Kozlowski L. 2 \* 64 GaAs Readout for IRFPA Application [C]//SPIE, 1992, 1684: 131-138.  
[7] Hsieh Chih-Cheng, Wu Chung-yu. A New Cryogenic CMOS Readout Structure for Infrared Focal Plane Array[J]. IEEE J, Solid-state Circuit, 1997, 32(8): 1192-1199.  
[8] Scribner D. et al. Infrared Focal Plane Array Technology[J]. Proc IEEE, 1991, 79(1): 66-85.