

УДК 621.382

Проектирование интегральной схемы считывания формата 640×512 для фотоприемных устройств на основе антимонида индия

С. С. Хромов, А. А. Зайцев

Спроектирована микросхема считывания для матрицы ИК-фотодиодов на основе антимонида индия формата 640×512 с размером пикселя 24×24 мкм. Топология кристалла разработана для КМОП-технологии с проектными нормами 0,8 мкм, одним уровнем поликремния и двумя уровнями металла.

PACS: 85.60 Gz

Ключевые слова: микросхема, фотодиод, инфракрасный, пиксел, проектирование.

Введение

В настоящее время за рубежом серийно выпускаются интегральные микросхемы (ИМС) считывания и обработки сигнала для фотоприемных устройств средневолнового ИК-диапазона формата 640×512 с размерами пикселей 25×25, 20×20 и 15×15 мкм [1]. В России пока лишь освоено опытное производство ФПУ формата 320×256 с размером пикселей 30×30 мкм [2]. Столь заметное отставание от зарубежного уровня прежде всего связано с отставанием технологии изготовления кремниевых ИМС. В настоящее время доступной для отечественных разработчиков ФПУ является лишь КМОП-технология с проектными нормами 0,8 мкм и двумя уровнями металла, в то время как в ИМС фирмы Indigo [1] с размерами ячейки считывания 20×20 и 15×15 мкм используется КМОП-технология с тройной металлизацией и нормами проектирования 0,5 и 0,35 мкм, соответственно.

В данной работе приведены результаты проектирования ИМС считывания формата 640×512.

Структура и принцип работы

Разработанная ИМС считывания формата 640×512 обеспечивает считывание и интегрирование фототока каждого фотодиода матричного ИК-приемника и формирование видеосигналов образа сцены. ИМС гибридируется с матрицей InSb-фотодиодов с общим катодом; аноды диодов кон-

тактируют через индиевые микроконтакты каждой со своей ячейкой считывания. ИМС формата 640×512, выполненная по 0,8 мкм КМОП-технологии, с ячейкой размером 24×24 мкм, создавалась на базе принципов и методов, ранее разработанных и экспериментально опробованных на ИМС считывания формата 320×256 элементов [2].

ИМС позволяет проводить интегрирование втекающего в микросхему фототока от чувствительных элементов фотоматрицы только в режиме моментального снимка (snap-shot) с последующим последовательным выводом сигнала на 4 или 8 выходов с максимальной частотой до 12 МГц по каждому из них, т. е. используется режим считывания после интегрирования (ITR — Integrate Then Read). ИМС позволяет также выделять "окно просмотра" фотоматрицы и опрашивать данное "окно" за примерно пропорционально меньшее время. Возможны любые размеры и положение "окна", кратные 16 ячейкам по столбцам и 20 — по строкам.

Мультиплексор состоит из следующих основных частей (рис. 1):

матрицы 514×642 ячеек считывания (A1), каждая из которых предназначена для согласования внешнего чувствительного элемента, интегрирования входного тока, периодического сброса интегрирующей емкости, согласования и коммутации ячейки с дальнейшей схемой;

642 схем управления сбросом интегрирующей емкости и 321 схемы управления интегрированием (A2);

642-канального регистра сдвига строк с возможностью выбора "окна" (A3);

514 схем выборки/хранения и мультиплексирования (A4);

129-канального регистра сдвига столбцов с возможностью выбора "окна" (A5);

514 схем источников тока повторителей ячейки и управления входным током ячеек тестовой строки.

Хромов Сергей Сергеевич, начальник дизайн-центра.
Зайцев Алексей Андреевич, ведущий инженер-электроник.
ГНЦ РФ ФГУП «НПО "Орион"».

Россия, 111402, Москва, ул. Косинская, 9
Тел. (499) 374-49-38. E-mail: orion@orion-ir.ru

Статья поступила в редакцию 22 ноября 2010 г.

8 выходных буферов (A7);
цифрового блока управления (A8).

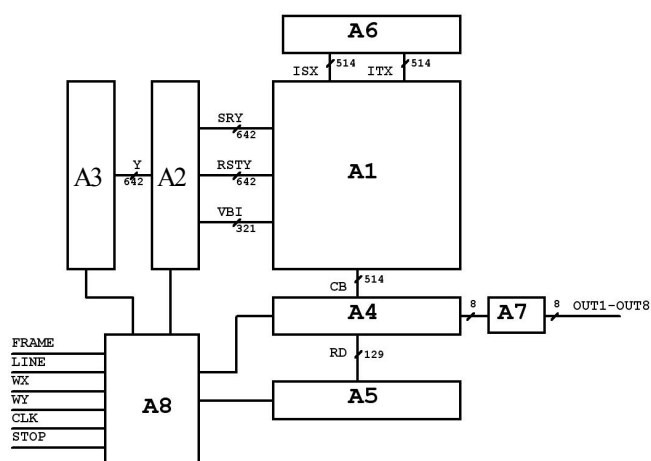


Рис. 1. Блок-схема ИМС считывания

Управление ИМС происходит с помощью 5 импульсных сигналов: CLK задает время такта, LINE — сигнал строчной синхронизации, FRAME — сигнал кадровой синхронизации (логический ноль определяет время интегрирования), WX и WY задают положение и размер "окна", STOP останавливает работу ИМС и переключает ее в режим разметки "окна".

Упрощенная схема аналогового тракта обработки сигнала приведена на рис. 2. В ИМС использована архитектура коммутируемых пиксельных повторителей, позволяющая отказаться от столбцовых усилителей, но ограничивающая площадь ячейки считывания, используемую для конденсатора накопления [3]. В разработанной ИМС

емкость конденсатора накопления составляет 0,42 пФ, что приемлемо для InSb-фотодиодов средневолнового ИК-диапазона. Ячейка построена по классической схеме с прямой инжекцией и выходным буфером [4]. Такая ячейка позволяет реализовать только режим считывания после интегрирования или режим конвейерного считывания. Для реализации режима считывания во время интегрирования (IWR — Integrate While Read) ячейка считывания должна включать еще и конденсатор хранения [5], что трудно реализуемо при доступной технологии.

Ключ сброса RSTV заряжает емкость интегрирования до исходного состояния после проведения выборки и перед началом нового цикла интегрирования фототока. Ключ RSV обеспечивает выбор ячейки для передачи накопленной в ней информации (напряжения) на периферию кристалла.

На периферии кристалла располагаются схемы выборки/хранения (ключ S и конденсатор Csh) и схемы мультиплексирования (буфер и ключ считывания RD), соединенные выходными информационными шинами с выходными буферами.

ИМС имеет три режима работы:

- режим по умолчанию — полное окно, 4 выхода;
- управляемый режим — выбор окна, выбор количества выходов (4 или 8);
- тестовый режим — на входы ячеек 642-й тестовой строки подается сигнал, задающий входной ток ячеек.

Основные характеристики спроектированной ИМС и ее ближайшего аналога ISC9803 фирмы Indigo приведены в таблице.

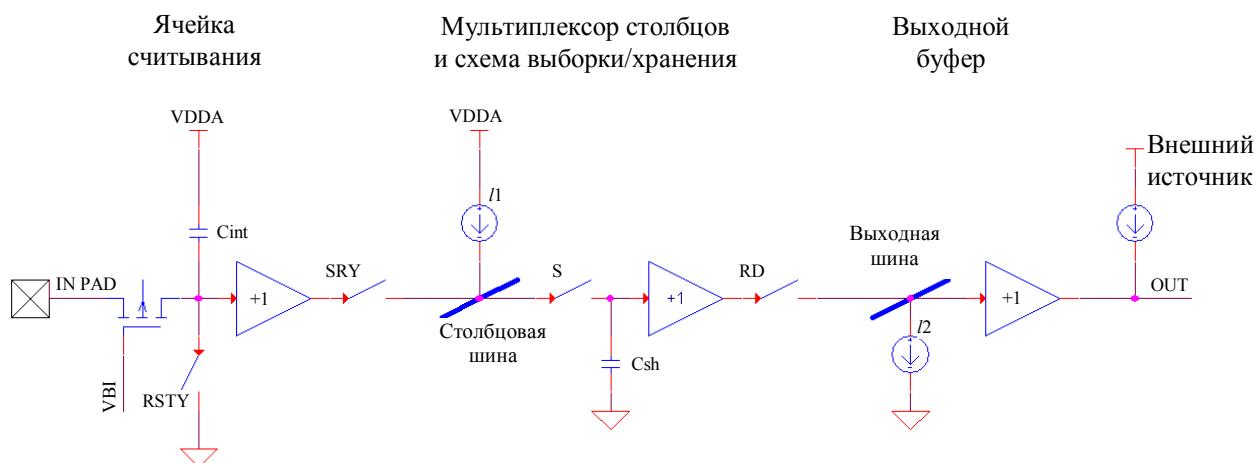


Рис. 2. Упрощенная схема аналогового тракта

Основные характеристики ИМС

Параметры	Разработанная ИМС	ISC9803
Формат	512×640	640×512
Размер ячейки, мкм	24×24	25×25
Размер кристалла, мм	15,2×17,2	17,7×16,8

Окончание таблицы

Параметры	Разработанная ИМС	ISC9803
Технология	0,8 мкм КМОП, 2 металла, 1 поликремний	0,6 мкм КМОП, 3 металла, 2 поликремния
Схема считывания	Прямая инжекция	Прямая инжекция
Режим интегрирования	snapshot	snapshot
Время интегрирования	Произвольное	Произвольное
Режим считывания	ITR	ITR, IWR
Выбор усиления	—	×1; ×1,3; ×2; ×4
Минимальное окно	16×20	16×4
Выходы	4, 8	1, 2, 4
Емкость интегрирования, пФ	0,42	0,35
Частота считывания, МГц	10	10
Частота кадров, Гц	100	107

Заключение

Спроектированная ИМС по своим основным характеристикам близка к зарубежным аналогам, однако уступает им по функциональным возможностям. В первую очередь это касается отсутствия режима интегрирования во время считывания. В основном это обусловлено существенным отставанием отечественной технологической базы изготовления ИМС, вынуждающим проводить проектирования с нормами не лучше 0,8 мкм. Для создания современных полнофункциональных ИМС считывания с размерами пикселя 15×15 мкм необходимо использовать технологию с проектными нормами 0,35 мкм и ниже.

Литература

1. Large-Format Readout Integrated Circuits Data Sheet. www.corebyindigo.com
2. Касаткин И. Л., Лопухин А. А., Дирочка А. И., Рябова А. А. Фотоприемники и фотоприемные устройства на основе антимионида индия формата 320×256//XXI Междунар. науч.-техн. конф. по фотоэлектронике и приборам ночного видения. Москва, 25—28 мая 2010 г.: Тез. докл. С. 39.
3. Рева В. П., Сизов Ф. Ф. Проектирование схемы считывания для матриц ИК-фотодиодов среднего диапазона длин волн//Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2004. № 6. С. 56.
4. Kepten A., Shacham-Diamand Y., Schacham S. E. InSb Monolithic Unit Cell for IR Imaging. The Sixteenth Conference IEEE in Israel. 7—9 March 1989. P. 1—4.
5. ISC9803 Specification — FLIR Systems Inc., www.corebyindigo.com

The 640×512 ROIC for InSb infrared photodetectors

S. S. Khromov, A. A. Zaitsev

Orion R&P Association, 9 Kosinskaya str., Moscow, 111402, Russia

E-mail: orion@orion-ir.ru

The 640x512 ROIC with pixel step 24 μm for InSb infrared photodetectors has been developed. The chip layout has been designed for 0.8 micron single poly, double metal CMOS process.

PACS: 85.60 Gz

Keywords: microchip, photodiode, infrared, pixel, designing.

Bibliography — 5 references.

Received November 22, 2010