

## Кремниевые мультиплексоры формата 4×288 для многорядных ИК-приемников

В. М. Акимов, К. О. Болтарь, И. Д. Бурлаков, Е. А. Климанов,  
В. П. Лисейкин, Л. Д. Сагинов, В. Н. Соляков, С. В. Щукин, С. С. Хромов  
Государственное унитарное предприятие «НПО "Орион"» — ГНЦ РФ, Москва, Россия

*Представлены результаты разработки кремниевых охлаждаемых МОП-мультиплексоров формата 4×288 с шагом 28 и 14 мкм для считывания и обработки информации с многорядных фотодиодных линеек на основе КРТ. Приведены результаты измерений параметров обоих типов мультиплексоров. Осуществлены стыковка кристаллов мультиплексоров с фотодиодными линейками, сборка модулей в корпус и контроль работоспособности матричных фотоприемных устройств (МФПУ) в штатном режиме использования.*

Одним из основных направлений в разработке МФПУ для тепловизионной техники является использование режима временной задержки и накопления (ВЗН) для улучшения обнаружительной способности и однородности характеристик. Примером могут служить фотоприемные модули формата 4×288 с шагом 28 мкм, выпускаемые французской фирмой Sofradir\*.

Считывание информации с многорядного линейного ИК-приемника такого формата может быть выполнено с помощью интегрального МОП-мультиплексора (МП) с шагом секции накопления 14 мкм или гибридного МП с шагом 28 мкм.

Конструктивно гибридный МП состоит из трех кристаллов: базового кристалла, содержащего два зеркально расположенных МП формата 2×144 с входными контактами для связи с линейкой ИК-диодов и внешними контактами для соединения с последующей электроникой обработки сигнала, и двух МП форматом 2×144, размещенных на кристаллах, пристыкованных к базовому.

Стыкуемые кристаллы МП и линейка ИК-диодов электрически и механически соединяются с базовым кристаллом методом "перевернутого монтажа" с помощью индиевых столбиков. Габаритные размеры базового кристалла составляют 8×10 мм, стыкуемых кристаллов МП — 2×9,6 мм. В схему мультиплексора дополнительно введены четыре интегральных датчика температуры и контактные площадки для проверки контрольных ИК-диодов. Общее число контактных площадок 36, в штатном режиме используются 24.

Интегральный вариант МП содержит на одном кристалле два зеркально расположенных МП форматом 4×144 каждый с шагом каналов 14 мкм с рядами стыковочных индиевых столбиков для линейки ИК-диодов (рис. 1). Габаритные размеры кристалла 6×10 мм, число контактных площадок — 36, из которых 22 используются в штатном режиме. Каждый из мультиплексоров состоит из 576 каналов секции накопления (СН), линейки считывания (ЛС), выводящей сигнал на четыре выхода и двухфазного динамического регистра сдвига (РС) на 152 канала, включая 8 служебных.

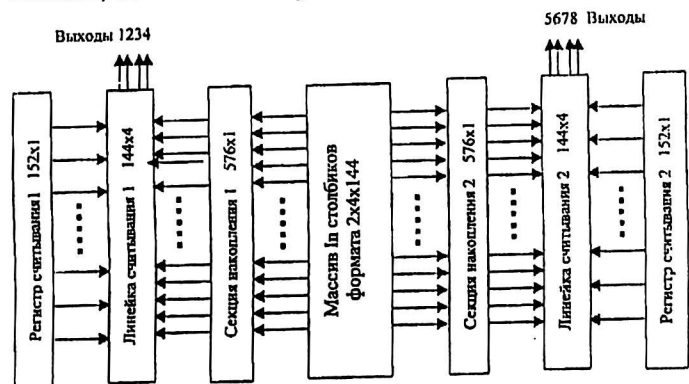


Рис. 1. Структурная схема интегрального МОП-мультиплексора формата 4×288

Для считывания сигнала с линейки фотодиодов используется схема с прямой инжекцией (рис. 2), обеспечивающая интегрирование фототока на конденсаторе накопления С1 через входной транзистор VT1, работающий в подпороговом режиме. Схема включает в себя транзистор управления временем накопления VT2, транзисторы заряда конденсаторов накопления и хранения VT3, VT5, транзистор VT4, управляющий переносом заряда из конденсатора накоп-

\* 288x4 LWIR IDDCA/288x4 MWIR IDDCA. Sofradir Headquarters.

ления в конденсатор хранения  $C_2$ , транзистор истокового повторителя линейки считывания  $VT_6$  и транзистор  $VT_7$ , управляемый РС.

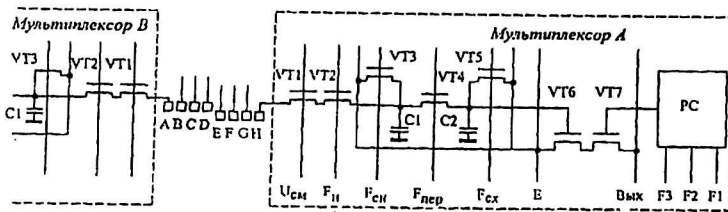


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема интегрального МП формата 4×288

МОП-мультиплексор обеспечивает параллельное накопление зарядов с ИК-диодов на соответствующих конденсаторах накопления за время  $T_{11}$ , параллельный перенос накопленного заряда с конденсаторов накопления на конденсаторы хранения — за время  $T_{11}$  и последовательное считывание информации с конденсаторов хранения на выходы — за время  $T_c$  для последующей обработки.

Для увеличения стабильности работы транзистора в подпороговом режиме в цепь питания шины затворов входных транзисторов включен стабилизатор напряжения на двух МОП-транзисторах, а для снижения имеющихся помех на шинах питания затворов к ее началу и концу подключены два конденсатора фильтра.

Для изготовления мультиплексоров использовались два варианта  $n$ -МОП-технологии с поликремниевыми затворами: на кремнии КДБ 1,0

(100) с использованием стоп-областей  $p^+$ -типа и на кремнии КДБ 10 (100) с изоляцией толстым диэлектриком (LOCOS процесс). Длина затворов МОП-транзисторов составляла 4 мкм, минимальный размер контактных окон — 2×4 мкм.

Оценка ЭДС шума, приведенной к входу, проводилась на тестовых МОП транзисторах с топологией, аналогичной входным, а также измерением напряжения шума на выходе МП при закороченных входах. Основные параметры изготовленных мультиплексоров приведены ниже\*.

Нормированная ЭДС шума	
при $f = 1$ кГц, нВ/Гц <sup>1/2</sup> :	
при 300 К.....	150/300
при 77 К.....	300/450
Рабочий диапазон тактовых частот, мГц.....	0,1/8
Рабочий диапазон входных токов при сопротивлении источника	
10 МОм, нА.....	5/100
Зарядовая емкость конденсаторов накопления, пКл.....	—/20
Неоднородность напряжения на входах МП при входном токе 100 нА, мВ.....	—/20
Разброс выходных напряжений по каналам, мВ.....	—/500
Число внешних управляющих импульсов.....	—/4
Электрическая мощность, потребляемая МП, мВт.....	—/15
Диапазон рабочих температур.....	77/300

\* Через косую даны минимальные и максимальные значения параметров.

Разработанные МП испытаны в составе ФПУ на основе КРТ фотодиодов формата 4×288.

## Silicon 4×288 multiplexers for multi-row IR-detectors

V. M. Akimov, K. O. Boltar, L. D. Burlakov, Ye. A. Klimanov, V. P. Lasakin,  
L. D. Saginov, V. N. Solyakov, S. V. Schukin, S. S. Khromov  
ORION Research-and-Production Association, Moscow, Russia

*Results of development of silicon cooled 4×288 MOS-multiplexers with 28 and 14 μm pitch for reading out and processing of information from multi-row photodiode CMT linear arrays are given. Results of measuring parameters of multiplexers of both types are given. Multiplexer chips connection with photodiode linear arrays, modules packaging and operability control of matrix photodetective assemblies (MPDA) in a standard mode of use are realized.*