

УДК 621.383.4/5

Фотоприемное устройство на основе 64-элементных фоточувствительных структур на селениде свинца (PbSe)

В. Д. Бочков, Б. Н. Дразников, М. Л. Храпунов

ФГУП «Научно-производственное объединение "Орион"» — государственный научный центр Российской Федерации, Москва, Россия

Сообщается о разработке малогабаритного фотоприемного устройства для использования в переносных тепловизионных приборах гражданского применения, а также в спектрометрах, охранных устройствах и т.д. Выпускается двух вариантов в зависимости от топологии фоточувствительных площадок: ФУР129Л — 2×32 элемента с шахматным расположением; ФУР129Л-01 — 1×64 с однолинейчатым расположением. Высокие параметры D^ и S_v достигнуты в газонаполненной конструкции с двухкаскадным термоэлектрическим охладителем (ТЭО) с улучшенными характеристиками, позволяющими получить -55 ± -60 °С при температуре окружающей среды 20 °С. Высокая вольтовая чувствительность и помехозащищенность достигаются за счет применения встроенных предусилителей. Приведены основные фотозлектрические параметры и характеристики фотоприемных устройств (ФПУ).*

Несмотря на бурный рост инфракрасных (ИК) систем с применением фотоприемников (ФП) и ФПУ на KPT и InSb, а также на болометрических и пирозлектрических матрицах, ФПУ на основе PbSe по-прежнему имеют широкое применение в различных ИК-системах за счет малых весов и габаритных размеров, меньших энергетических затрат и дешевизны [1].

Такие ФПУ-устройства предназначены для применения в различной оптико-электронной аппаратуре и приборах оптико-механического сканирования. Основные применения ФПУ этого класса связаны с контролем технологических процессов в промышленности, в медицинском приборостроении, в охранных системах и портативных тепловизорах. Возможно также применение в оптико-электронной аппаратуре спектральной селекции области спектра 3—5 мкм, а также в спектроанализаторах. Рассматриваемое 64-элементное ФПУ на основе PbSe освоено в мелкосерийном производстве в основном для комплектации переносных тепловизоров гражданского применения.

Общий вид 64-канального ФПУ представлен на рис. 1. Оно состоит из фотоприемника и двух 32-канальных предусилителей (ПУ), расположенных вертикально. ФЧЭ смонтирован на теплопоглощающей поверхности двухкаскадного ТЭО, который своей тепловыделяющей поверхностью припаян к медному цоколю. ТЭО изготовлен по современной технологии из улучшенного материала с повышенной термоэлектрической добротностью. Размеры ФЧЭ — 100×100 мкм при двухрядном шахматном расположении и 100×90 мкм — при однорядном расположении линейки. Корпус фотоприемника газонаполненный, при этом герметичные соединения выполнены с помощью клея на основе

эпоксидного компаунда, в том числе входного германиевого окна с коваровой крышкой.

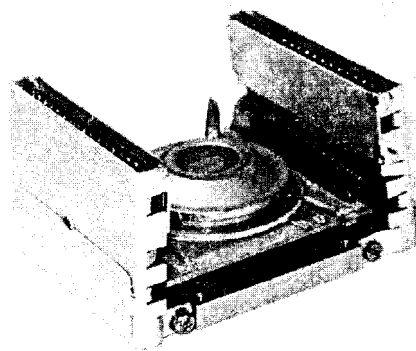


Рис. 1. Общий вид ФПУ ФУР129Л

Важным элементом рассматриваемого ФП является токовыводная поликорровая плата. На одной из ее плоскостей, которая в дальнейшем сопрягается с изолирующим кольцом, предварительно методом тонкопленочной технологии сформирован металлизированный рисунок, представляющий собой сеть токоведущих дорожек, к которым внутри объема ФП подпаиваются с помощью проволочных выводов ФЧЭ, ТЭО и термодатчик, а снаружи ФП — два плоских микрокабеля на полиимидной основе для соединения с платами предусилителей. Предварительное вакуумирование и окончательное заполнение рабочего объема ФП тяжелым инертным газом (ксенон) осуществляется с помощью медного штенгеля, который на заключительной стадии этих технологических процессов пережимается, образуя холодный спай [2].

Все предусилители смонтированы на двух печатных платах методом поверхностного монтажа, и после установки в металлические кожуха монтируются на медный цоколь с двух сторон и крепятся винтами. Использование предварительных усилителей, встроенных в конструкцию, облегчает потребителю применение ФПУ в аппаратуре. Питание ФПУ осуществляется от источника напряжения 6 В с величиной допустимых пульсаций 10 мВ. Уровень шума на выходе ФПУ — 5—8 мВ в рабочей полосе частот при коэффициенте усиления ПУ — 200. Конструктивное расположение ПУ в непосредственной близости от ФП и экранирование их кожухами существенно увеличивает помехозащищенность ФПУ.

Схемотехника предусилителей А1—А64 (рис. 2), выполнена с применением входного повторителя на маломощном транзисторе VT1 и операционного усилителя DA1, инвертирующего сигнал. Питание цепочки R_{Ф1}—R1 осуществляется от маломощного стабилизатора DA2. В состав ФП

входят ТЭО и датчик температуры (ДТ), позволяющий контролировать температуру ФЧЭ. Полярность выходного сигнала — положительная, т. е. при увеличении "освещенности" ФПУ, выходной сигнал увеличивается.

Выходные сигналы ФПУ поступают в аппаратуру заказчика с помощью ленточных стандартных кабелей и разъемов с шагом 1,25 мм. Длина кабеля устанавливается заказчиком.

На рис. 3 показана зависимость обнаружительной способности ФПУ от температуры фоточувствительного слоя с учетом технологического разброса. Из графика видно, что при температуре на слое —55±—60 °С, которая получается на двухкаскадном ТЭО при окружающей температуре 20 °С, обнаружительная способность $D^*(\lambda_{\max}, 1200, 1, 2\pi)$ колеблется от 1,5—2,0 до 3,5—4,0·10¹⁰ Вт·см·Гц^{1/2}.

Типовая спектральная характеристика ФПУ с входным окном из германия показана на рис. 4.

Рис. 2. Электрическая схема ФПУ ФУР129Л

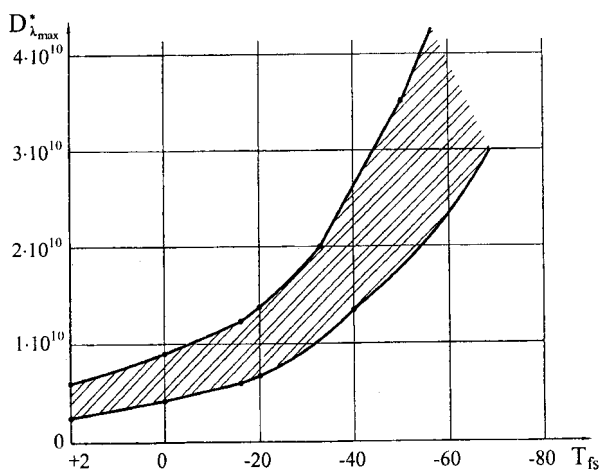
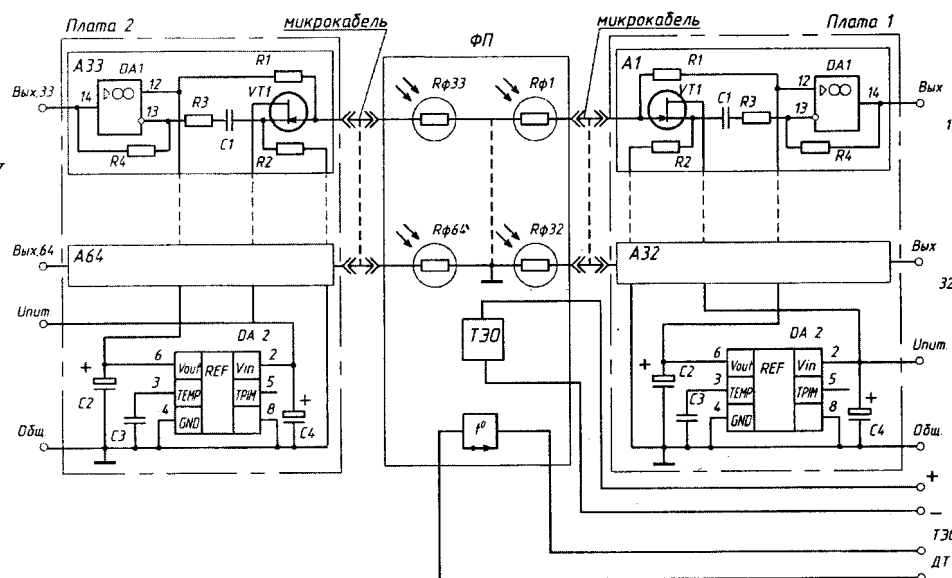


Рис. 3. Зависимость обнаружительной способности в максимуме спектральной чувствительности от температуры фоточувствительного слоя

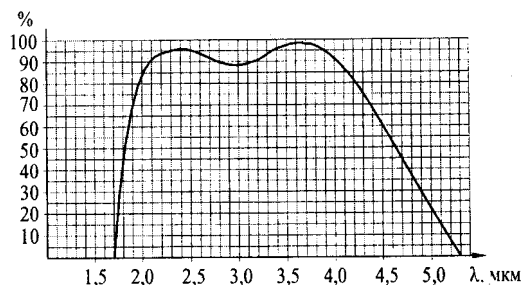


Рис. 4. Типовая спектральная характеристика чувствительности ФПУ ФУР129Л

Основные параметры ФПУ ФУР129Л и ФУР129Л-01 представлены ниже.

Материал фотоприемники	PbSe
Спектральный диапазон, мкм	3—5
Размер фоточувствительного элемента, мкм	100×100 или 90×100
Число элементов	2×32 или 1×64
Обнаружительная способность в максимуме спектральной чувствительности при $T_{env}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{Вт}^{-1}\cdot\text{см}\cdot\text{Гц}^{1/2}$	до $(2-5)\cdot 10^{10}$
Вольтовая чувствительность, В/Вт, не менее	$5\cdot 10^7$
Напряжение питания ФПУ/ток, В/А	6/0,08
Напряжение/ток 2-каскадного ТЭО, В/А	3/0,9
Полоса пропускания предусилителей, Гц	30—15000
Коэффициент усиления предусилителей	~200
Габаритные размеры, мм	48×62×34
Масса, г, не более	180

Выводы

1. Разработано и освоено в мелкосерийном производстве ФПУ на основе 64-элементных фоточувствительных структур на селениде свинца (PbSe).

2. Опыт организации производства таких ФПУ в ФГУП «НПО "Орион"» и применение у потребителя показали их технологичность, относительно высокие фотоэлектрические параметры при низкой цене, малые массогабаритные характеристики при низкой потребляемой мощности, что является определяющим фактором при создании недорогих, малогабаритных переносных тепловизоров, а также другой тепловизионной аппаратуры.

Литература

1. Буткевич В. Г., Бочков В. Д., Глобус Е. Р. Фотоприемники и фотоприемные устройства на основе поликристаллических и эпитаксиальных пленок халькогенидов свинца// Прикладная физика. 2001. № 6. С. 66—113.
2. Аракелов Г. А., Магнусевский В. Р., Сивенкова В. Н. Конструкция многоплощадочного фотоприемника с термоэлектрическим охлаждением// Там же. 2002. № 2. С. 69—76.

Статья поступила в редакцию 10 октября 2004 г.

Photodetective assembly (PDA) on the base of 64-elements PbSe-photosensitive structures

V. D. Bochkov, B. N. Drazhnikov, M. L. Chrapounov
ORION Research-and-Production Association, Moscow, Russia

In the report it is informed about the small-size PDA development for use in commercial thermovision devices, spectrometers, devices for guard etc. PDA is producing in two versions in dependence on photosensitive areas topology. ФУР-129Л — 2×32 elements arranged by chess-board fashion. ФУР-129Л-01 — 1×64 with one-line arrangement of photosensitive elements. High values of D^ and S_v parameters were achieved in the gas-filled design on two-stage thermoelectric cooler with improved parameters, that are allowed to obtain the cooling temperature $-55\pm-67\text{ }^{\circ}\text{C}$ by $T_{env} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. High threshold sensitivity and noise immunity were obtained by use of build-in preamplifiers. Main photoelectric PDA parameters and characteristics are presented.*

УДК 621.384

Источники шумов многоэлементных фотодиодов из антимонида индия

И. Н. Мирошникова, А. М. Гуляев

Московский энергетический институт (Технический университет), Москва, Россия

Рассмотрены вопросы оптимизации технологического процесса во вновь разрабатываемых приборах, применяемых в тепловизионных устройствах. Данный анализ проведен на основе исследований шумовых свойств приборов, выпускаемых в настоящее время.

В период отработки базовой технологии изделия ФУЛ-132 на заводе "Сапфир" в тесной связи со специалистами НИИПФ проводились две

НИР "Днестр" [1] и "Берилл" [2] по оптимизации технологии фотодиодов на основе антимонида индия. В ходе этой работы были изготов-