

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УФ И ИК ФПЗС И ЦИФРОВЫЕ КАМЕРЫ НА ИХ ОСНОВЕ ПУТЬ К УСПЕХУ

Один из наиболее часто задаваемых вопросов на многочисленных отечественных выставках: "А у кого вы покупаете ваши ПЗС?" Или, как констатация факта: "Ну, ПЗС-то вы, конечно, покупаете". Попытаемся рассеять это заблуждение на примере датчиков изображения и камер на их основе, выпускаемых СПб ГУП "НПП "Электрон-Оптроник", коллективу которого удалось добиться значительных успехов как в области технологии изготовления ПЗС, так и в разработке новых типов матричных фотоприемников.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТРИЧНЫХ ПЗС

Матрицы ПЗС изготавливаются по МДП-технологии с двухслойным диэлектриком ($\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiO}_2$) и скрытым каналом N-типа. Минимальная ширина линий на поле 20x20 мм составляет 1 мкм. Двух-, трех- или четырехуровневая структура системы электродов переноса выполняется из поликристаллического кремния, легированного фосфором. Система металлизации приборов состоит из одного или двух уровней алюминия, осаждаемого методом магнетронного распыления или терморезистивным методом. Для электрической изоляции уровней металлизации используется слой оксида кремния, получаемого методом осаждения из газовой фазы, стимулированного плазмой (PECVD). Для формирования необходимого потенциального рельефа в ячейках матриц последовательно проводятся несколько (от двух до пяти) операций прецизионного легирования ионами фосфора и бора с дозами в диапазоне $10^{12}\text{--}10^{13}\text{ см}^{-2}$. Матричные приемники ИК-диапазона имеют структуру с барьером Шотки на основе силицида платины. Оригинальная технология изготовления этих приборов включает ряд специфических операций, таких как напыление сверхтонких слоев платины, специальный отжиг для формирования силицида требуемого состава, формирова-

Представляем авторов статьи

ВИШНЕВСКИЙ Григорий Исаакович. Канд.тех. наук, лауреат Гос. премии РФ, член S.P.I.E., Генеральный директор ГУП "НПП "Электрон-Оптроник". vish@silar.spb.ru

ВЫДРЕВИЧ Михаил Гилелевич. Канд.тех. наук, нач. лаб. ГУП "НПП "Электрон-Оптроник". mgv@silar.spb.ru

НЕСТЕРОВ Валерий Константинович. Канд.тех. наук, зам. Генерального директора ГУП "НПП "Электрон-Оптроник". nest@silar.spb.ru

РИВКИНД Владимир Львович. Нач. лаб. ГУП "НПП "Электрон-Оптроник". vr@silar.spb.ru

Контактные телефоны: (812) 552-5754, 552-2069, факс (812) 552-2876.



Г.Вишневецкий, М.Выдревич,
В.Нестеров, В.Ривкинд

ние структуры оптического резонатора и нанесение просветляющего покрытия на обратную сторону подложки.

Сборка приемников в корпуса проводится с обеспечением прецизионных геометрических параметров. При этом возможна сборка в корпуса специальной конструкции, в том числе в вакуумплотные газонаполненные с микроохлаждателями на эффекте Пельтье, в корпуса с входными окнами из высококачественного оптического стекла, кварца или из волоконно-оптических пластин.

Тщательно отработанная технология, система контроля качества, предусматривающая, в частности, различные лабораторно-аналитические методы контроля чистых технологических сред (особо чистой воды, технологических газов, химических реактивов), применение при необходимости импортного сырья и материалов обеспечивают высокое качество и уровень электрофизических параметров ПЗС. Фотоэлектрические параметры приборов измеряются с помощью разработанных на предприятии автоматизированных контрольно-измерительных стендов, обеспечивающих многоступенчатую систему контроля с полным компьютерным управлением. Благодаря точному выбору режима внутреннего геттерирования и специальному водородному отжигу удалось получить низкий темновой ток. На применяемые в производстве ПЗС конструктивно-технологические решения получен ряд авторских свидетельств.

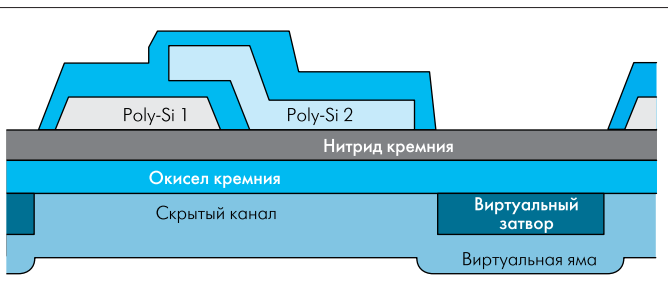


Рис. 1. Поперечное сечение ФПЗС с виртуальной "2,5-фазной структурой"

МАТРИЧНЫЕ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ (ФПЗС)

Сегодня ГУП "НПП "Электрон-Оптроник" разрабатывает и выпускает более 10 моделей ФПЗС различных типов на диапазон длин волн от 0,2 до 5,5 мкм (УФ – ИК-диапазоны). При этом пять моделей – это традиционные для "НПП "Электрон-Оптроник" приборы с модифицированной структурой "виртуальной фазы" (ВФПЗС)*, созданной в 80-е годы специалистами предприятия. Это приборы

*Hyneck J. Virtual Phase Technology. A New Approach to Fabrication of Large Area CCD's – IEEE Trans. on Electron Dev., v.ED-28, 1981, N5, p.483.

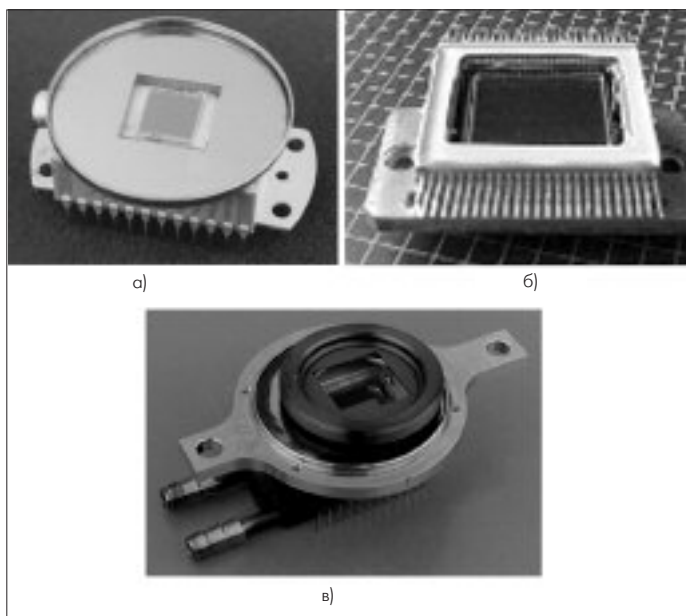


Рис.2. Односекционный ВФПЗС типа ISD-029AP (а), ВФПЗС с двумя идентичными секциями, объединенными в единый фоточувствительный массив типа ISD-017AP(б) и двухсекционный ВФПЗС типа ISD-049AP (в)

форматом от 386×298 до 1300×1225 элементов с так называемой "2,5-фазной структурой" (рис. 1), имеющей ряд преимуществ перед оригинальной конструкцией, в числе которых возможность двунаправленного переноса заряда, в полтора-два раза большая зарядовая емкость (и соответственно динамический диапазон прибора), симметрия апертурной характеристики, простая технология изготовления.

Во всех ВФПЗС предусмотрена кадровая организация переноса. Секция накопления их выполнена по двухуровневой поликремниевой технологии. Выпускаются ПЗС с односекционной (Full-Frame) архитектурой или с двумя идентичными секциями, объединенными в единый фоточувствительный массив (Split Full-Frame), а также

Таблица 1. Типичные фотозлектрические параметры ВФПЗС

Тип ФПЗС	ISD017	ISD029	ISD048	ISD049	ISD075
Число элементов	1040 × 1160	512 × 512	386 × 290	578 × 578	1225 × 1300
Организация прибора и структура ячейки	SFF, VP	FF, VP	FT, VP	FT, VP	SFF, VP
Число считывающих регистров	2	1	1	1	2
Число и тип выходных узлов	2 LN, 2 HS	1 LN, 1 HS	1 HS	1 HS	2 LN, 2 HS
Размер ячейки, мкм	16 × 16	16 × 16	22 × 22	22 × 22	14 × 14
Фоточувствительная площадь, мм ²	16,6 × 18,6	8,2 × 8,2	8,5 × 6,4	12,7 × 12,7	18,8 × 17,2
Заряд насыщения, тыс. эл.	200	130	300	300	130
Шум считывания двухкаскадного выходного устройства (HS), эл.*	10–12	10–15	15	15	10
Шум считывания однокаскадного выходного устройства (LN), эл.	7	6	–	–	6
Темновой сигнал при -35°C, эл./яч./с	<1...7	<1...7	<1...7	<1...7	<1...7
Коэффициент преобразования выходного узла, мкВ/эл.	4,5	4	6	6	4,5
Неоднородность чувствительности, %	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Средневыборочная неоднородность чувствительности по массиву 8 × 8 элементов, %	1	1	1	1	1
Квантовая эффективность, %					
На длине волны	250 нм	20	20	25	15
	400 нм	35	35	40	30
	600 нм	50	50	60	45

*При частоте считывания 1 МГц и двойной коррелированной выборке.

Примечание: VP – ФПЗС с фоточувствительной ячейкой со структурой виртуальной фазы; FF – односекционный ФПЗС; SFF – ФПЗС с двумя симметричными секциями; FT – ФПЗС с переносом кадра; LN – мал шумящий (однокаскадный) выходной узел; HS – скоростной (двухкаскадный) выходной узел.

Таблица 2. Общие характеристики ВОП ПЗС

Модель	Архитектура	Формат	Площадь пиксела, мкм ²	Число выходов
ISD-017 APF*	SFF	1040 × 1160	16 × 16	2 LN, 2 HS
ISD-069AF, APF	SFF	1024 × 1024	15 × 15	2 HS
ISD-070AF, APF	FT	512 × 512	22 × 22	1 HS

*ПЗС со структурой "виртуальной фазы".

ПЗС с двухсекционной архитектурой, работающие в режиме кадрового переноса (Frame-Transfer) (рис.2).

Практически все ФПЗС отличаются высокой квантовой эффективностью в УФ- и видимой областях спектра (в среднем около 25 % на 250 нм и до 60% в максимуме, рис.3, табл.1). Для них характерны низкие значения неоднородности чувствительности по полю изображения (менее 3%), темновых токов (1–7 электронов при -35°C) и шумов считывания (8–12 электронов при частоте считывания 1 МГц). Для ПЗС типа ISD-017A на частоте считывания 50 кГц удалось снизить уровень шумов считывания до четырех электронов.

Основные области применения ВФПЗС – системы астроориентации и астронавигации искусственных спутников Земли и космических станций, наземная и космическая астрономия, экспериментальное физическое оборудование, биолого-медицинская аппаратура (системы рентгеновской диагностики, флуоресцентной микроско-

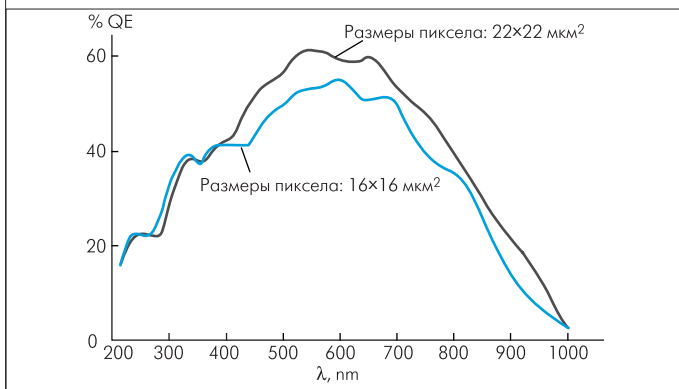


Рис.3. Типовые спектральные характеристики ВФПЗС

пии, рис.4), устройства криминалистики, экологического мониторинга и многие другие. Для технических систем сверхбольшого телескопа Южно-Европейской обсерватории (проект ESO-VLT) специально разработан ВФПЗС типа ISD-049AP с прецизионной установкой кристалла в корпус. За пять лет было поставлено более 70 таких приборов.

Для считывания изображения с выходных экранов различных электронно-оптических преобразователей выпускаются ПЗС с волоконно-оптическим входным окном (ВОП ПЗС). Изготавливаются они по прецизионной технологии монтажа входного окна, обеспечивающей равномерный по всей площади ПЗС зазор (примерно 3–5 мкм) между внутренней поверхностью волоконно-оптической планшайбы и фоточувствительной поверхностью ПЗС. Характеристики ВОП ПЗС приведены в табл.2, а их внешний вид – на рис.5.

Все матричные ФПЗС выпускаются как в неохлаждаемом варианте, так и в вакуумно-плотном газонаполненном корпусе с термоэлектрическим охлаждением.

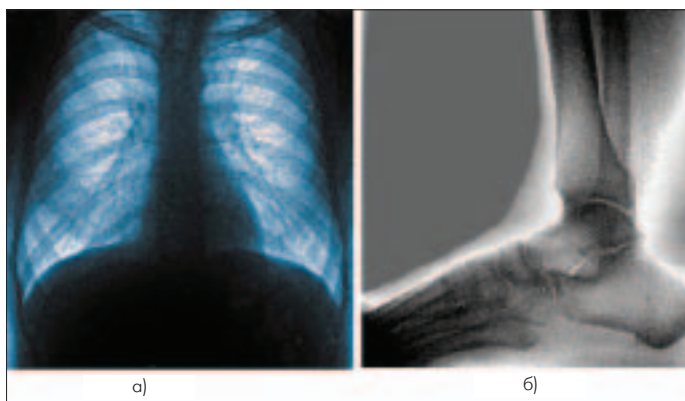


Рис.4. Изображения, полученные с помощью ПЗС ISD-017AP на установке цифровой флюорографии (а) и цифровой рентгенографии (б). Доза облучения пациента в 20 раз меньше, чем в стандартной установке

Разработки ФПЗС не прекращаются. Продолжается выпуск малыми сериями утонченных электронно-чувствительных приборов этого типа с форматами 520×580 и 1024×1024 элементов.

ПЗС ДЛЯ РАБОТЫ В РЕЖИМЕ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ И НАКОПЛЕНИЯ (ВЗН)

В отдельный класс ПЗС выделены приборы, работающие в ВЗН-режиме и применяемые в основном для решения задач дистанционного зондирования Земли. Создан и серийно выпускается ВЗН ПЗС с числом элементов 1024×128, размером элементов 9 мкм и электронной регулировкой времени экспозиции. Предусмотрена возможность создания на основе таких ПЗС гибридных сборок, эквивалентная скорость считывания с двух выходов которых достигает 12 МГц. Разрабатывается новая версия этого прибора с улучшенной чувствительностью и эффективной частотой считывания 30 МГц. Изучается возможность изготовления ФПЗС ВЗН-режима с размерами элемента до 6–7 мкм. Ведутся работы по созданию прибора с эффективным шагом элементов 4,5 мкм (две

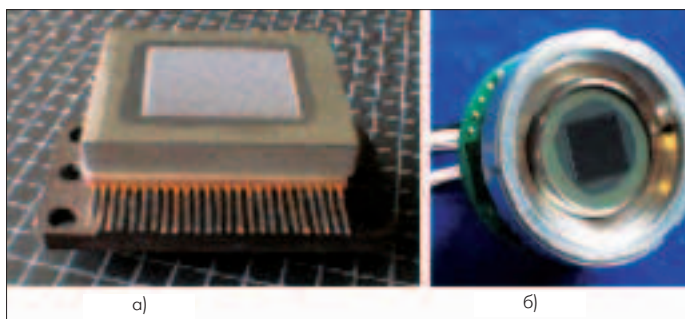


Рис.5. ВОП ПЗС типа ISD-069APF (а) и типа ISD-070APF (б)

матрицы 9×9 мкм на одном кристалле со сдвигом на полшага), а также спектральнонального ВЗН ПЗС, содержащего на одном кристалле три матрицы (каждая со своим светофильтром).

ИК ПЗС С БАРЬЕРАМИ ШОТКИ ИЗ СИЛИЦИДА ПЛАТИНЫ

ИК-направление представлено приборами со строчно-кадровой организацией на барьерах Шотки форматом 256×290 элементов

Таблица 3. Основные параметры выпускаемых ИК ПЗС

Параметр	Тип ИК ПЗС		
	ISD200M	ISD090	ISD091
Формат	256 × 290	480 × 320	320 × 240
Шаг следования элементов, мкм	50 × 33	28 × 28	40 × 40
Спектральный диапазон, мкм	1,3–5,3	1,3–5,3	1,3–5,3
Зарядовая емкость, эл.	7·10 ⁵	1·10 ⁶	1,2·10 ⁶

и новыми разработками – приборами с форматами 480×320 элементов и 320×240 элементов (табл.3). Матричный ИК ПЗС (рис.6) представляет собой монолитный прибор со строчно-кадровым переносом и объемным каналом. Его фоточувствительная секция выполнена на основе диодов с барьером Шотки из силицида платины. Информация с фоточувствительного массива считывается с помощью вертикальных и горизонтального ПЗС-регистров с четырех- или трехфазной организацией.

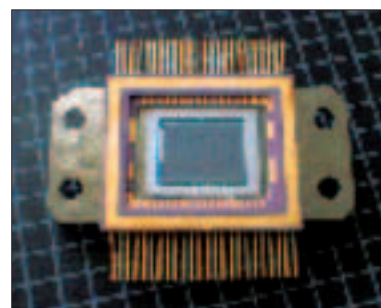


Рис.6. Матричный ИК ПЗС ISD200M

В ближайшей перспективе предполагается создать ИК ФПЗС на барьерах Шотки форматом 1024×128 элементов для работы в режиме ВЗН.

ЗАКАЗНЫЕ ПЗС-МОДУЛИ

Одно из направлений диверсификации предприятия – разработка заказных ПЗС-модулей, заключающаяся в основном в модификации матричных и линейных ФПЗС, выпускаемых ведущими мировыми производителями, в соответствии с техническими требованиями заказчика. Сюда входит:

- монтаж неохлаждаемых ФПЗС (как в виде чипов, так и в корпусе изготовителя) на термоэлектрические (Пельтье) холодильники в вакуумно-плотные газонаполненные корпуса собственной разработки и производства;
- замена штатных входных стекол на нестандартные (кварц, волоконная оптика).

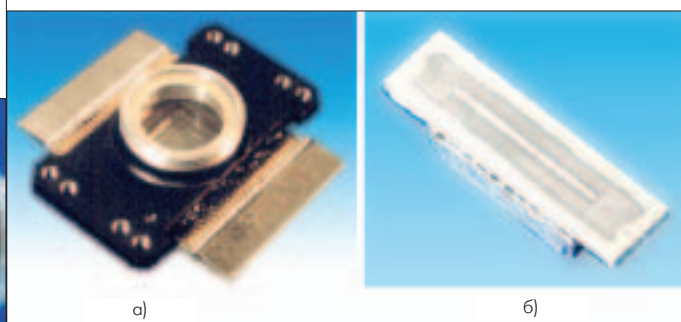


Рис.7. Охлаждаемый ФПЗС-модуль на основе прибора ICX249AL формата 752х582 фирмы Sony (а) и неохлаждаемый линейный ФПЗС-модуль с волоконно-оптическим входным окном на основе прибора ILX511 с 3648 элементами фирмы Sony (б)

Примеры исполнения заказных ПЗС-модулей приведены на рис.7.

ЦИФРОВЫЕ ПЗС-КАМЕРЫ УФ- И ВИДИМОГО ДИАПАЗОНОВ

В области малокадровых цифровых ПЗС-камер на предприятии освоено малосерийный выпуск камеры нового поколения типа S1C. Это – компактная моноблочная 14-разрядная цифровая камера с двумя режимами опроса ПЗС (скоростным и точным), регулируемым временем экспозиции ПЗС (от 1 мс до 3000 с) и с большим числом встроенных функций обработки изображения (рис.8).

Особенность камер типа S1C – полностью цифровая обработка видеосигнала (двойная коррелированная выборка, привязка к уровню черного и др.). Управление камерой и отображение видеoinформации осуществляется с помощью компьютера. Конструктивно



Рис.8. Прецизионная малокадровая цифровая ПЗС-камера S1C

камера выполнена в виде моноблока (100×80×90мм) с выносным блоком питания. Базовый интерфейс с компьютером – последовательный, расстояние до компьютера в основном варианте – до 15 м (с оптоволоконным интерфейсом – до 100 м). Для подключения к компьютеру используется PCI-адаптер, обеспечивающий ввод изображения в реальном времени.

Камера может быть выполнена на ФПЗС различных форматов, обеспечивая гибкое управление режимами их работы. Предусмотрены различные алгоритмы очистки датчиков, триггерный режим и режим дрейфового сканирования (drift scan). Динамический диапазон (в зависимости от типа датчика и режима считывания) достигает 15000. Программное обеспечение поддерживает все режимы работы камеры, а также некоторые операции предварительной обработки изображения.

Основные области применения ПЗС-камер типа S1C – астрономические исследования (рис.9а,б), физические эксперименты, экологический мониторинг, микробиология (цифровая микроскопия), криминалистика и многие другие.

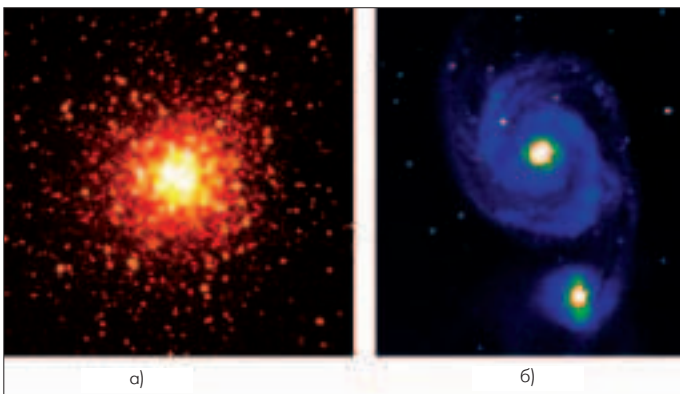


Рис.9. Изображения звездного скопления М13 в созвездии Геркулеса (а) и галактики М51 из созвездия Гончих Псов (б), полученные в Андрушевской народной обсерватории (Украина) на 60-см телескопе при помощи камеры типа S1C на основе ПЗС ISD-017AP (1040 × 1160). При экспозиции ПЗС в течение 10 мин становятся различимыми звезды 20-й величины

Сейчас разрабатывается усовершенствованная версия камеры S1C – модель S3C. Эта камера нового поколения отличается от предыдущей возможностью охлаждения ПЗС до -70°C, наличием 16-разрядного АЦП, промежуточного USB II-адаптера и FireWire- (стандарта IEEE 1394) интерфейса.

Для решения задач, не требующих применения широкоформатных ПЗС и 14-, 16-разрядного преобразования сигнала, разработана недорогая 12-разрядная цифровая ПЗС-камера широкого применения модели S249 на основе охлаждаемого ПЗС-датчика типа ICX249AL фирмы Sony. Охлаждение ПЗС-датчика до -20°C позволяет резко снизить темновой ток, что в сочетании с эффектом антиблужинга позволило создать ПЗС-камеру с управляемым в широких пределах временем экспозиции ПЗС (от 256 мкс до 20 мин). Камера особенно эффективна для наблюдения за малоподвижными и неподвижными объектами при низких уровнях освещенности.

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ ПЗС-КАМЕРА МОДЕЛИ S2X ДЛЯ КРУГЛОСУТОЧНОЙ РАБОТЫ

Для решения задач круглосуточного (диапазон освещенностей от 10^{-5} до 10^3 лк без объектива) наблюдения и картографии с борта маловысотного летательного аппарата при повышенных требованиях к механо-климатическим параметрам приборов разработана цифровая камера типа S2X на основе ПЗС, состыкованного с выходом усилителя яркости изображения. В ней реализованы различные режимы автоматического или внешнего (от компьютера) управления усилением.

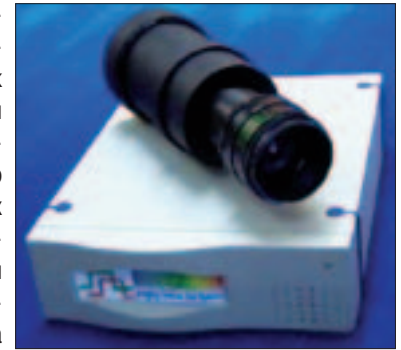


Рис.10. Высокочувствительная ПЗС-камера модели S2X



Рис.11. Цифровая тепловизионная камера TVC200ML с совмещенным цветным видеоканалом (а) и с объективом F=240 мм (б)

Камера состоит из двух блоков: выносной камерной головки и системы управления (рис.10). В камерной головке находится датчик изображения – ЭОП на МКП типа XX1450 производства фирмы DEP (Нидерланды), который через волоконно-оптическую планшайбу сочленен с кристаллом специально разработанного ПЗС с волоконно-оптическим входом типа ISD-070 форматом 512×512. Для лучшего согласования чувствительности ПЗС со спектральной характеристикой люминофора ЭОП конструкция ячейки прибора выполнена с учетом обеспечения повышенной чувствительности в синей и голубой областях спектра. Предусмотрена и защита от оптических перегрузок (антиблужинг). Максимальная кадровая частота камеры составляет 20 Гц. Возможен режим длительного накопления (до 25 с). Выходной сигнал – 12-разрядный при частоте квантования 6,7 МГц. Особенность камеры – полностью цифровая

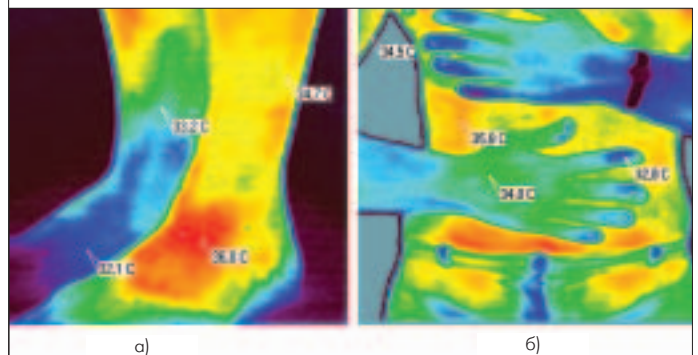


Рис.12. Термографическая диагностика подагры – воспаления левой стопы (а) и термография тела пациента (б)

СПб ГУП "НПП "Электрон-Оптроник" – дочернее предприятие Центрального научно-исследовательского института "Электрон" – образовано в декабре 1997 года в результате преобразования материнской компании в структуру холдингового типа. НПП "Электрон-Оптроник" создавался на базе отделов разработки фоточувствительных приборов с зарядовой связью (ФПЗС) и фотоприемных устройств ИК-диапазона (ИК ФПУ) ЦНИИ "Электрон", около 30 лет занимавшихся созданием и производством новейших датчиков изображения для широкого круга научных, прикладных и специальных применений (в частности, для ряда аэрокосмических программ бывшего СССР и стран СЭВ). Среди них – приборы для систем астроориентации и астронавигации искусственных спутников Земли и орбитальных космических станций (совместно с ИКИ РАН), разработка и изготовление ФПЗС для обеспечения таких международных проектов, как миссия к комете Галлея (проект "Вега") и к Марсу (проект "Фобос").

Сегодня НПП "Электрон-Оптроник" разрабатывает и выпускает следующие приборы:

- матричные фоточувствительные ПЗС научного и прикладного назначения УФ-, видимого и среднего ИК-диапазонов;
- утоньшенные матричные ПЗС для работы в режиме электронного возбуждения;
- цифровые ПЗС-камеры УФ- и видимого диапазонов;
- цифровые ПЗС-камеры ИК-диапазона (тепловизионные камеры);
- высокочувствительные ПЗС-камеры для круглосуточной работы;
- заказные ПЗС-модули с термоэлектрическим охлаждением.

Благодаря накопленному научно-техническому потенциалу коллектив предприятия сумел не только сохранить достигнутый уровень, но и добился значительного прогресса как в технологии изготовления ПЗС, так и в области разработки новых типов матричных фотоприемников. Необходимо отметить, что основной упор в технической политике делается на развитие наукоемких и ноу-хау-емких направлений. Сюда относятся:

- приборы со структурой виртуальной фазы, характеризующиеся одним из самых высоких значений квантовой эффективности и ширины спектрального диапазона (200–1000 нм) среди ФПЗС, освещаемых с лицевой стороны;
- приборы с холодильниками Пельтье;
- приборы с оптоволоконным входным окном;
- ИК ПЗС на барьерах Шотки.

В последние годы на предприятии большое внимание уделяется еще одному направлению – разработке комплексированных изделий, т.е. цифровых камер различных классов и конфигураций на основе изготавливаемых ФПЗС.

Сегодня предприятие ежегодно выпускает несколько сот ПЗС и от нескольких единиц до нескольких десятков (в зависимости от типа) ПЗС-камер. Сроки поставки ПЗС-камер не превышают пяти месяцев с момента заключения договора.

Успехи, достигнутые в области разработки и производства как ФПЗС, так и цифровых камер на их основе, обеспечили получение предприятием целого ряда зарубежных контрактов. Это, в свою очередь, обусловило равномерную загрузку и финансирование предприятия.

обработка видеосигнала (ДКВ, привязка к уровню черного и АРУ, коррекция гистограммы). В камере реализованы защита ЭОП при пересветках, формирование сигнала необходимости включения внешней подсветки при недостаточной освещенности.

Камера рассчитана на работу в диапазоне температур -40...50°С с учетом повышенных требований к механической стойкости. Программное обеспечение под Windows 95/98 содержит средства управления камерой и отображения изображения в реальном времени непосредственно на дисплее компьютера. ПО позволяет производить некоторые виды обработки изображения в реальном времени – цифровое накопление, гамма-коррекцию, изменение масштабов, построение гистограмм и сечений. Изображение может быть записано в файл в стандартных форматах.

Сейчас разрабатывается следующая версия камеры с расширенным диапазоном входных освещенностей (до 150 дБ, а при использовании объектива с автоматической диафрагмой – до 175 дБ), двух- и моноблочной конструкцией, усилителем яркости с повышенной чувствительностью и разрешающей способностью.

ЦИФРОВЫЕ ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ СРЕДНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА

Ведутся работы по совершенствованию и разработке новой модификации тепловизионной цифровой камеры TVC200ML для работы в диапазоне 3–5,5 мкм. Камера представляет собой моноблок, в котором расположены азотный криостат с установленным в нем ИК ПЗС и комплект электронных устройств для съема, преобразования и цифровой обработки сигнала (рис. 11). Время непрерывной работы криостата (без дозаправки) не менее 6 ч.

Камера комплектуется объективами с фокусным расстоянием 40, 100 и 240 мм и реализует температурную чувствительность

(разность температур, эквивалентную шуму) не хуже 0,1°С при 30°С. Выходные сигналы камеры – 12-разрядный цифровой поток с частотой дискретизации 2,5 МГц и черно-белый телевизионный видеосигнал по ГОСТ 7845-72. Данные вводятся в компьютер через специальную цифровую плату захвата изображения, соединенную с РС1-шиной (входит в комплект поставки), с использованием параллельной (до 2 м) или последовательной (до 100 м) линии связи.

Тепловизионные камеры семейства TVC предназначены для обнаружения и распознавания объектов в ночных условиях, поиска утечек тепла в зданиях, сооружениях и тепловых сетях; выявления перегретых элементов в силовых электро-энергетических системах (подстанциях, распределительных щитах); диагностики и исследований в медицине, биологии, машиностроении и т.п. Камера TVC200ML успешно проходит клинические испытания в нескольких медицинских центрах Санкт-Петербурга по тепловизионной диагностике различных заболеваний и контролю за ходом их лечения (рис. 12). Разработана новая модель TVC480ML на ПЗС формате 480×320 элементов.

Кроме того разрабатывается ИК ПЗС-камера с использованием микрохолодильника замкнутого типа ("Стирлинг").

Таким образом, наличие современной действующей технологической базы и мощной компьютерной поддержки всех разработок позволили не только сохранить коллектив, но и привлечь молодых специалистов и ученых. Сочетание опыта и молодости, разумная диверсификация деятельности, постоянное присутствие на зарубежных рынках, реализованный научно-технический задел и проведение новых разработок – надежный фундамент для дальнейшего развития предприятия. ○



Intel осваивает 65-нм технологию.

Следуем закону Мура

В конце ноября 2003 года фирма Intel, через 20 месяцев после анонса СОЗУ с минимальными размерами элементов 90 нм, объявила об успешном создании полностью функциональной микросхемы СОЗУ емкостью 4 Мбит, выполненной с топологическими нормами 65 нм. Длина затвора транзистора составляет 35 нм, площадь шеститранзисторной ячейки памяти – 0,57 мкм². Микросхема СОЗУ содержит около 10 млн. транзисторов, размещенных на кристалле, сопоставимом по размеру с острием шариковой ручки (1 мм²). Еще одно достоинство новой схемы – высокий запас помехоустойчивости даже при рабочем напряжении 0,7 В. Разработчики не указали, как они справились с токами утечки, отметив лишь, что эта проблема по мере уменьшения толщины затворного оксида становится все более серьезной.

Микросхема изготовлена на напряженном кремнии с восемью медными слоями межсоединений и промежуточными диэлектрическими слоями с низкой диэлектрической постоянной. При более высоком, чем у схем предыдущего поколения быстродействии, издержки производства возросли всего в два раза. Создать микросхему со столь малыми топологическими нормами удалось с помощью литографического оборудования с источником на длину волны 193 нм.

Новая микросхема изготовлена на новом заводе D1D по обработке 300-мм пластин фирмы в Хиллсборо. Завод имеет единую чистую комнату площадью 16 тыс. м² (примерно три с половиной футбольных поля). На этом заводе фирма планирует начать производство новых СОЗУ с 65-нм топологическими нормами в 2005 году, а также вести разработку микросхем, изготавливаемых по 45-нм технологии.

Материалы фирмы Intel

**Сладкий топливный элемент.****Бактерии не всегда вредны**

Представьте, что вместо поиска розетки для зарядки батареи сотового телефона вы берете сахарницу. Этот фантастический сценарий может стать реальностью благодаря работам ученых Университета шт. Массачусетс, обнаруживших микроб, способный усваивать глюкозу и другие виды сахаров и участвовать в обмене веществ с диоксидом углерода с выделением свободных электронов. Микроб был получен из морских отложений, собранных в заливе Устриц, шт. Виргиния, в рамках программы Министерства энергетики по изучению микроорганизмов, питающихся органическими веществами и передающих электроны оксидам железа. Исследователи исходили из предположения, что если возможна передача электронов оксидам железа, то возможна и передача их другим материалам, схожим по характеристикам с металлом, например графиту. При погружении графитового углерода в раствор с глюкозой и бактериями микробы прилипали к нему и начинали поглощать глюкозу. Выделенные электроны собирались графитовым электродом и протекали во внешнюю электрическую схему, второй электрод которой был погружен в сосуд с водой, насыщенной кислородом. Электроны взаимодействовали с молекулами кислорода и ионами водорода, благодаря чему сосуд пополнялся водой. После поглощения всей глюкозы раствора исследователи его заменяли, и выработка электричества восстанавливалась.

Это не первые опыты по созданию микробиологических топливных элементов. Но “урожай” электронов, собранный учеными Университета Массачусетса, гораздо богаче, чем в предыдущих случаях: эффективность преобразования составила более 80% против ранее получаемых 10%. К тому же, первые топлив-

ные элементы, приводимые в действие бактериями, требовали применения так называемых посредников – химических элементов, способствующих переносу электронов из среды с бактериями к электроду. Эти посредники – дорогостоящие и токсичные вещества. К тому же, их приходится периодически заменять. В результате до сих пор не удавалось реализовать действующий микробиологический топливный элемент. Прибор, созданный в Университете Массачусетса, не требует применения посредников.

Среднее значение напряжения, вырабатываемого топливным элементом, составило 0,5 В, что вполне достаточно для питания небольшой лампочки. Правда, пока скорость выработки электронов недостаточна для применения элемента в реальных системах. Для того, чтобы чашка сахара могла питать лампу мощностью 60 Вт в течение 17 ч, потребуются провести еще большой объем инженерных разработок. Но в принципе метод уже существует. Созданный элемент сможет использоваться в качестве локального источника энергии, особенно в слабо развитых регионах мира. Кроме того, его применение перспективно для питания медицинских вживляемых датчиков, в том числе кардиостимуляторов. При этом бактерия сможет питаться глюкозой в крови пациента.

Сейчас усилия ученых направлены на увеличение числа выделяемых электронов за счет увеличения поверхности и пористости электрода. В конечном итоге, они надюются создать элемент, пригодный для питания схемы сотового телефона. Но пока зарядное устройство не следует выкидывать.

www.spectrum.ieee.org/WEBONLY/wonews/sep03/fcell.htm

**Hynix Semiconductor и STMicroelectronics договорились****о совместных разработках и производстве NAND флэш-памяти**

Компании Hynix Semiconductor и STMicroelectronics заключили соглашение о сотрудничестве в области разработки и производства NAND флэш-памяти. Массовый выпуск изделий начнется уже во второй половине 2004 года. Первыми будут выпущены микросхемы флэш-памяти емкостью 256М и 512 Мбайт, предназначенные для портативных устройств, пользующихся массовым спросом: мобильных телефонов, цифровых камер и MP3-плееров. Планируется, что таких микросхем флэш-памяти в 2004 году будет реализовано на 2,2 млрд. долл., а в 2005 году – до 3,2 млрд. долларов.

Таким образом, на рынке этого типа памяти появляются новые игроки. По оценкам фирмы iSuppli, в начале текущего года первое место занимала фирма Samsung, контролирующая 54% рынка, затем шли компании Toshiba (34%) и Renesas Technology, унаследовавшая производство партнера – фирмы Hitachi (11%). Аналитики считают, что если старт альянса Hynix Semiconductor и STMicroelectronics будет резким, 2004 год может ознаменоваться переизбытком чипов флэш-памяти на рынке.