

ЦИФРОВАЯ ТВ-КАМЕРА НА ПЗС С ОХЛАЖДЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОМ ПЕЛЬТЬЕ

Сфера практического использования ПЗС становится все шире. Современные технологии позволяют создавать матрицы ПЗС достаточно высокого качества. Однако работа подобных устройств требует эффективного охлаждения, что усложняет и удорожает их. В ООО "Спецтехника" разработаны и выпускаются лабораторные ТВ-камеры на ПЗС с охлаждением элементом Пельтье. Цифровые ТВ-камеры семейства CSDU обладают высокими функциональными характеристиками. При этом собираются они на базе стандартных комплектующих, а стоимость их низка.

Идея охлаждения и стабилизации температуры электронных блоков не нова. Нашла она применение и в ТВ-камерах на ПЗС (приборы с зарядовой связью). На этапах становления технологии ПЗС охлаждение позволило компенсировать высокие темновые токи. Токи ограничивали время накопления информации и, как следствие, чувствительность ТВ-камеры. Структура полупроводникового материала подложек, на которых формируются ячейки ПЗС, имеет ряд дефектов, которые сравнимы или меньше размера подложки, что приводит к неоднородности темнового тока. Поэтому в ПЗС-камерах с кадровым накоплением появляются светлые точки на изображении – "звездное небо", а в приборах с линейным сканированием возникают светлые полосы. Амплитуда дефектов определяется температурой ПЗС-матрицы. Всякий раз при охлаждении на восемь градусов она уменьшается в два раза (для кремниевых структур). Вот почему матрицу нужно было охлаждать – решение этой задачи позволяло погасить "звездное небо". Охлаждали по-разному: пассивными радиаторами, крионосителями и т.п. Наиболее удобный способ охлаждения – термоэлектрическая батарея (ТЭБ) на основе элемента Пельтье. Этот метод эффек-

А.Вето, А.Скакун, В.Дмитриев

тивен даже для ТВ-камер со стандартным временем накопления 20 мс.

А что же сегодня? Современный уровень развития технологии ПЗС-матриц иллюстрирует результаты входного контроля матриц формата 576 · 752 со строчно-кадровой организацией ICX259AL фирмы Sony (рис.1). При температуре 40°С определялось число ячеек, амплитуда которых превышает 20% от сигнала насыщения для времен накопления 0,01; 0,1; 1 с и 10 с. Вывод очевиден: для стандартных режимов работы в охлаждении смысла нет, даже для 1 с. Необходимость охлаждения зависит от специфики применения. Так, в ТВ-камерах с ТЭБ стоимость корпусов для охлаждения высока, эти устройства используются нечасто. Подобные изделия предназначены для решения уникальных задач с применением высоких технологий (керамика, сварка металлостеклянных спаев, высоковакуумной откачки) при условии жесткой минимизации энергопотребления.

Для лабораторных же работ (микроскопия, астрономия, фотолюминесценция) нужна недорогая ТВ-камера с охлаждением ТЭБ Пельтье. Здесь отсутствует жесткий лимит потреб-

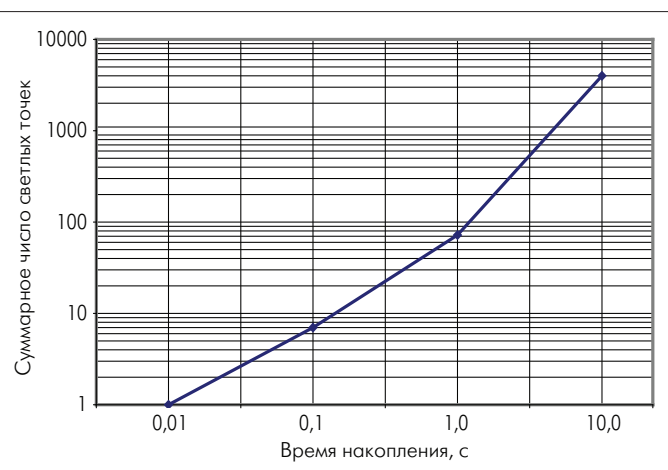


Рис.1. Зависимость суммарного количества светлых точек с амплитудой сигнала более 20% от насыщения от времени накопления (выборка 50 штук ICX259, T = 40°С)

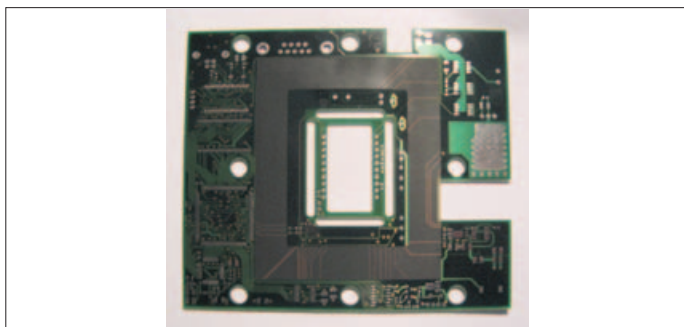


Рис.2. Печатная плата камеры CSDU

ляемой мощности – технологические упрощения можно компенсировать увеличением мощности ТЭБ и воздушного принудительного охладителя. Такая ТВ-камера должны быть собрана из доступных комплектующих, прежде всего от компьютерной техники (ТЭБ, вентиляторы, радиаторы, разъемы, датчики температуры).

В ООО "Спецтелетехника" разработаны и выпускаются цифровые камеры семейства CSDU различного разрешения на основе ПЗС с охлаждением на ТЭБ. Они имеют интерфейс USB 2.0 и предназначены для получения высококачественных черно-белых и цветных изображений при экспозициях до 1 ч (см. таблицу). Конструкция печатной платы камеры (рис.2) включает две зоны: периферийную – для электронного блока камеры – и центральную вакуумированную часть для размещения ТЭБ с ПЗС. Пограничная область между двумя зонами – это элемент гермопроходника охлаждаемого корпуса. Корпус монтируется на медном радиаторе, который охлаждается стандартным вентилятором. Электронный блок камеры включает устройство для поддержания температуры с точностью 1°С. Температура контролируется двумя датчиками типа DS1821, расположенными рядом с охлаждаемым ПЗС и на радиаторе. Чтобы уменьшить теплопритоки к ТЭБ, в плате вокруг охлаждаемого ПЗС сделаны вырезы, а электрическую связь обеспечивают 4 "мостика" (см. рис.2) во внутренних слоях многослойной печатной платы. Общий вид ТВ-камеры

Технические характеристики охлаждаемых камер семейства CSDU

Разрядность аналого-цифрового преобразования	12 бит
Режимы съемки	Периодический, внешний запуск, программный запуск, ведомый режим
Режимы объединения пикселей (биннинга): для камер на основе прогрессивных ПЗС для камер на основе чересстрочных ПЗС	2-2, 3-3, 4-4 2-2, 4-4
Объем встроенного ОЗУ (FIFO)	8 Мбайт
Напряжение питания, В	12
Потребляемый ток, А, не более	3
Пределы установки времени накопления	10 мкс – 1 ч
Время выхода в режим стабилизации температуры ТЭБ (при T _{CCD} = -20°С, T _{окр} = +20°С), мин, не более	10
Диапазон рабочих температур (°С)	0–50
Габариты, мм (без объектива с установленным вентилятором)	132-115-105
Присоединительная резьба объектива	типа CS

ПЗС с ТЭБ приведен на рис.3. Конструкция позволяет установить как однокаскадный, так и двухкаскадный элемент ТЭБ. На рис.4 приведены зависимости перепада температуры от мощности, подводимой к ТЭБ обоих типов. Обычно используют двухкаскадный элемент ТЭБ с возможностью получения большого перепада температур. Однокаскадное устройство задействовать нецелесообразно, хотя оно несколько дешевле и на небольших перепадах температуры потребляет мощности меньше.

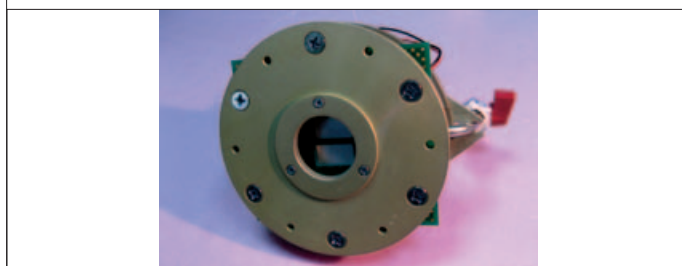


Рис.3. Камера CSDU

В комплект входит программное обеспечение для работы с камерой – SDK и программа CAM_VIEW – для знакомства с камерой и работы с ней в случае, когда не требуется специальных алгоритмов обработки изображения. Программа управляет режимами работы камеры, сохраняет снятые кадры в различных форматах и контролирует характеристики ТЭБ (индикация и контроль температуры ПЗС).

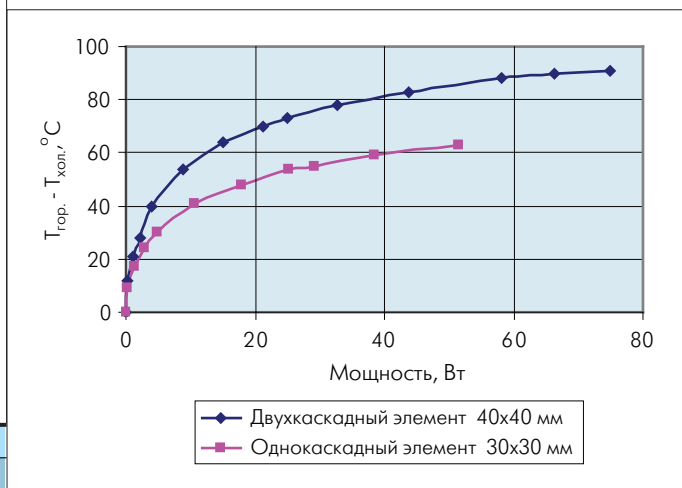


Рис.4. Зависимость перепада температур от мощности, подводимой к ТЭБ

Предусмотрена также съемка темного кадра и его сохранение в специальном файле. Снятый темновой кадр анализируется и используется для программного устранения дефектов ПЗС (горячих пикселей) на изображении при съемке следующих кадров. Темновые кадры при сохранении "привязаны" к номеру конкретной камеры, режиму съемки и могут применяться повторно.

Более подробную информацию о программе CAM_VIEW, а также о камерах CSDU можно получить на сайте www.sptt.ru.