

Электрические параметры микросборок после радиационной обработки

Виды воздействия	Флюэнс, см <sup>-2</sup>	Номер микросборки	U <sub>ст</sub> , В	U <sub>вых.0</sub> , мВ	U <sub>вх</sub> , мВ	U <sub>вых</sub> , В	I <sub>вкл</sub> , мА	I <sub>выкл</sub> , нА
Быстрыми электронами	10 <sup>17</sup>	007502	13,30	5,3	501	4,40	25,70	3,0
	10 <sup>16</sup>	007202	13,75	0,2	500	4,50	25,21	3,2
	10 <sup>14</sup>	007002	11,21	4,5	500	4,52	24,40	7,5
Быстрыми нейтронами	10 <sup>16</sup>	006802	11,9	0,5	500	4,70	23,50	5,0
	10 <sup>15</sup>	006002	11,32	5,9	500	4,60	23,75	7,0
	10 <sup>14</sup>	006102	11,32	4,2	501	4,53	23,47	11,0

Наибольшие изменения наблюдаются для токов включения и выключения выходного транзистора. Это можно объяснить уменьшением коэффициента передачи тока базы транзистора. Следует отметить, что такое уменьшение токов транзистора не выходит за рамки допустимых значений, а для тока I<sub>выкл</sub> может рассматриваться как положительный эффект.

Основной причиной отмеченных закономерностей является высокая радиационная стойкость операционных усилителей (ОУ), входящих в состав сборки. Действительно, схемы ОУ типа Б140УД12 построены таким образом, что их входной дифференциальный каскад, генераторы тока входного каскада и эмиттерные повторители обеспечивают значительное подавление синфазных помех, к числу которых относится отклонение выходного напряжения операционного усилителя, обусловленное облучением.

Второй по важности причиной значительной радиационной стойкости микросборок является высокая стойкость тонкопленочных резисторов, намного большая, чем полупроводниковых приборов.

Различие радиационной стойкости микросборок в случаях облучения быстрыми электронами и бы-

стрыми нейтронами объясняется различием свойств частиц и природы их воздействия на твердое тело. Действие электронов сопровождается нагревом изделия, обусловленным их торможением в элементах конструкции [2, 3].

\*\*\*

Таким образом, полученные данные показали, что исследованные микросборки имеют достаточно высокую радиационную стойкость. Их радиационная обработка при флюэнсе до 5·10<sup>15</sup> см<sup>-2</sup> для электронов и 10<sup>16</sup> см<sup>-2</sup> для нейтронов приводит к улучшению одного из ведущих электрических параметров — тока выключения I<sub>выкл</sub>.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кулаков В. М., Ладыгин Е. А., Шаховцов В. И. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники. — М.: Сов. радио, 1980.
2. Вавилов В. С., Кекелидзе Н. П., Смирнов Л. С. Действие излучений на полупроводники. — М.: Наука, 1988.
3. Ленков С. В., Мокрицкий В. А., Перегудов Д. О., Тарие-лашвили Г. Т. Физико-технические основы радиационной технологии полупроводников. — Одесса: Астропринт, 2002.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

**Максфилд Клайв. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. — М.: Додэка-XXI, 2007. — 408 с.**

Эта книга является не только пособием по проектированию устройств на основе ПЛИС (FPGA), но и содержит поистине энциклопедические сведения. Кроме архитектурных особенностей последних поколений микросхем ПЛИС, здесь рассматриваются различные методы и средства проектирования. Проводится обзор и анализ схемотехнических подходов к проектированию (которые всё ещё находят применение), HDL-моделирования и логического синтеза, а также современных технологий проектирования, основанных на использовании языка C/C++. Рассматриваются специализированные вопросы, такие как совместное проектирование программно-аппаратных систем и разработка систем цифровой обработки сигналов (ЦОС). Обсуждаются и технические новинки, например программируемые пользователем массивы узлов (FPNA).

Написанная в непринужденном, увлекательном стиле, книга будет хорошим пособием и для начинающих, и для опытных инженеров, разрабатывающих устройства на основе ПЛИС. Книга послужит весьма ценным источником информации и для специалистов, разрабатывающих устройства на основе заказных микросхем и переходящих на использование ПЛИС. А также, несомненно, привлечет внимание широкого круга читателей, в том числе технических аналитиков, студентов и продавцов технической продукции.



сигнал/шум составляло 36 и 235 для концентрации соответственно 0,3 и 4,8 об. %. При измерении концентрации газов с относительно большим коэффициентом поглощения, например двуокиси углерода  $\text{CO}_2$  ( $\lambda=4,27$  мкм), за счет малого объема сенсора ( $16 \text{ см}^3$ ) скорость прокачки газовой смеси удалось снизить до 0,05 м/ч. При этом время установления значений концентрации газа составляло 30 с, а минимально измеренная концентрация  $\text{CO}_2$  в воздухе составляла 50—100 млн<sup>-1</sup>.

\*\*\*

Использование в оптических сенсорах и газоанализаторах инфракрасных полупроводниковых источников излучения волн длиной 2,5—5,0 мкм открывает новые возможности абсорбционного метода при конструировании приборов газового анализа. Такие сенсоры работают при комнатной температуре, имеют высокое быстродействие ( $\tau=10^{-7}$ — $10^{-8}$  с), большой диапазон частот электронной модуляции (до 10 МГц), большое время наработки на отказ (не меньше 30 тыс. ч), малые размеры и энергопотребление. Проведенные испытания разработанных оптических

сенсоров показали их перспективность для создания портативных газоанализаторов. Высокие эксплуатационные параметры и низкая себестоимость делает такие сенсоры конкурентоспособными на внутреннем и мировом рынках.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кабацій В. М., Головач Й. Й. Швидкодiючі напiвпровiдниковi джерела випромiнювання iнфрачервоного дiапазону спектру // Вiсник Технологiчного унiверситету Подiлля.— 2002.— Ч. 1, вип. 5.— С. 34—40.
2. Кабацій В. М. Джерела випромiнювання нового поколiння в областi спектру 2,5—5,0 мкм // Тр. 7-й Междунар. науч.-практ. конф. «СИЭТ-2006».— Одесса.— 2006.— С. 154.
3. Пат. 27726 України. Напiвпровiдникове джерело iнфрачервоного випромiнювання / В. М. Кабацій, В. О. Гасинець.— 12.11 2007.
4. Пат. 80638 України. Спосiб вимiрювання концентрацiї газiв / В. М. Кабацій.— 10.10 2007.
5. Пат. 80639 України. Iнфрачервоний газоаналiзатор / В. М. Кабацій.— 10.10 2007.
6. Пат. 81703 України. Газоаналiзатор (варiанти) / В. М. Кабацій.— 25.01 2008.
7. Пат. 81704 України. Газоаналiзатор / В. М. Кабацій, Ю. В. Мигалина, М. М. Кабацій.— 25.01 2008.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

**Бёрд Джон. Инженерная математика: Карманный справочник.— М.: Додэка-XXI, 2008.— 544 с.**

Справочник содержит практически все разделы аппарата современной математики, которые используются в инженерном деле, такие как алгебра, геометрия, тригонометрия, теория матриц и детерминантов, булева алгебра и логические схемы, дифференциальное и интегральное исчисление, статистика и теория вероятностей и т. д.

Карманный справочник — уникальный и доступный источник основных инженерных математических формул. Материал книги разделен на 14 глав, содержит 93 раздела, более 400 числовых примеров, более 300 рисунков.

Будет полезен инженерно-техническим работникам, студентам и абитуриентам технических вузов и колледжей.

**Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров.— М.: Додэка-XXI, 2007.— 360 с.**

Данное издание является практическим пособием по применению различных интерфейсов для подключения аналоговых периферийных устройств к компьютерам, микропроцессорам и микроконтроллерам. Раскрывается специфика применения таких интерфейсов, как I2C, SPI/Microware, SMBus, RS-232/485/422, токовая петля 4-20 мА и др. Дается обзор большого количества современных датчиков: температурных, оптических, ПЗС, магнитных, тензодатчиков и т. д. Подробно описываются контроллеры, АЦП и ЦАПы, их элементы — УВХ, ИОН, кодеки, энкодеры. Рассмотрены исполнительные устройства — двигатели, терморегуляторы — и вопросы управления ими в составе систем автоматического управления различного типа (релейного, пропорционального и ПИД). Книга снабжена иллюстрациями, наглядно представляющими аппаратные и программные особенности применения элементов аналоговой и цифровой техники.

Заинтересует не только специалистов, имеющих стаж работы с аналоговой и цифровой техникой, но и студентов технических колледжей и вузов.



рямляется выпрямителем В (напряжение  $U_B$ ) и сглаживается фильтром Ф (напряжение  $U_\Phi$ ). Полученное постоянное напряжение  $U_\Phi$  с помощью модулятора инвертируется с регулируемой частотой  $f$  и скважностью  $Q$  (напряжение  $U_H$ ) и подается на ЭИ.

Предположим, в момент времени  $t_1$  (рис. 5) освещенность рабочей зоны увеличилась (например, включили освещение). Это привело к увеличению сигнала с фотодатчика  $\Phi_{во}$  и, как следствие, к увеличению амплитуды напряжения на выходе инвертора И, трансформатора Тр, фильтра Ф. Амплитуда выходного напряжения модулятора также увеличится, а частота и скважность импульсов останутся без изменения. При этом яркость свечения ЭИ с момента времени  $t_1$  также увеличится (яркость  $B$  индикатора на рис. 5), чем компенсирует влияние увеличенной освещенности рабочей зоны на восприятие оператором информации с дисплея (ЭИ).

\*\*\*

Таким образом, найдены оптимальные составы люминофоров, обладающих повышенной яркостью

излучения, и диэлектриков, позволяющих уменьшить пороговое напряжение. Разработан источник питания, позволяющий увеличить срок службы ЭИ за счет щадящего режима работы, повысить эффективность восприятия информации оператором за счет автоматической подстройки яркости свечения ЭИ в зависимости от уровня внешней освещенности и, как следствие, повысить эргономические показатели системы отображения информации.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Верещагин И. К., Ковалев Б. А., Косяченко Л. А., Кокин С. М. Электролюминесцентные источники света.— М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Ленков С. В., Жеревчук В. В., Содеева Л. В. Керування тонкоплівковими електролюмінесцентними індикаторами // Збірник праць ВІКНУ ім. Т. Шевченка.— 2008.— № 11.— С. 38—42.
3. Mach R., Muller G. O. Physical concepts of high-field, thin-film electroluminescence devices // Phys. Stat. Sol.— 1982.— Vol. A1.— P. 11—66.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

**Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н. Технология материалов микро- и нанoeлектроники.— М.: МИСИС, 2007.— 544 с**

Рассмотрены теоретические основы и математическое моделирование процесса роста монокристаллов полупроводников из расплава с использованием теории случайных явлений для управления процессом роста бездефектных кристаллов. Представлены результаты математического моделирования равновесия фаз многокомпонентных систем, макро- и микрокинетика парофазной эпитаксии кремния и соединений  $AmV$  в хлоридно-гидридном и МОС-гидридном процессах. Рассмотрены актуальные для микроэлектроники технологии получения скрытых проводящих и диэлектрических слоев в кремнии, предложен механизм их фазообразования. Показано, что развитие работ в области органических полупроводников, в том числе с фрактальными кластерами и наночастицами различных элементов в полимерах, позволяет получать материалы с особыми свойствами. Книга предназначена для широкого круга научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области получения и исследования материалов микро- и нанoeлектроники, в области разработки новых материалов, оптимизации технологических процессов, а также студентов и аспирантов.

**Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности.— М.: Техносфера, 2008.— 336 с.**

В предлагаемой книге авторы — известные ученые и бизнесмены, занимающиеся теоретическими и практическими проблемами нанотехнологий, — описывают состояние отрасли и перспективы ее развития на ближайшее десятилетие, а также возможное воздействие нанотехнологий на глобальные процессы. Книга предназначена для широкого круга читателей: научных работников, специалистов, а также студентов профильных учебных заведений.

**Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы «ATMEL». 6-е издание. CD.— Электронное издание на CD-диске.— М.: Додэка-XXI, 2008**

Книга представляет собой справочное издание по применению микроконтроллеров AVR семейства Classic фирмы ATMEL.



потоков обеспечивался при температуре базисной плиты  $(4 \pm 2,5)^\circ\text{C}$ , установочной —  $(0 \pm 2,5)^\circ\text{C}$ ; режим максимальных тепловых потоков — при  $(19 \pm 2,5)^\circ\text{C}$  на базисной плите и  $(6 \pm 2,5)^\circ\text{C}$  на установочной.

Имитаторы теплового излучения Земли располагались внутри камеры, имели световые зоны для оптической связи с ОЭП и воспроизводили собственное и отраженное излучения Земли.

Испытания проходили в следующей последовательности:

- в нормальных условиях измерялись положения фокальных плоскостей ОЭП «МСУ» и «ССИК»;

- определялись положения фокальных плоскостей ОЭП «МСУ» и «ССИК» в камере;

- осуществлялся выход термовакуумной камеры на рабочий режим с достижением давления  $5 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст.;

- осуществлялся выход ОЭП «МСУ» и «ССИК» в установившийся тепловой режим в выключенном состоянии при температуре платформы  $-5^\circ\text{C}$  и достижение интенсивности теплового излучения  $200 \text{ Вт/м}^2$ ;

- включались системы термостабилизации ОЭП «МСУ» и «ССИК», настроенные на температуру  $20^\circ\text{C}$ ;

- определялось время выхода ОЭП в установившийся тепловой режим;

- определялась величина смещения фокальных плоскостей ОЭП «МСУ» и «ССИК» с помощью оптического стенда.

Результаты исследований представлены на рис. 7—9. Здесь показаны значения температуры  $t_i$  основных узлов, элементов макета и ОЭП для любого момента времени проводимых испытаний.

При тепловых испытаниях установившимся считался режим в камере, когда средняя температура на криоэкранах (рис. 7, б) составляла  $-160^\circ\text{C}$ , что соответствовало времени 17:22 и являлось началом отсчета для снятия рабочих оптических характеристик «МСУ» и «ССИК». В этот момент на поверхностях установочной и базисной плит поддерживались минимально допустимые по условиям опыта температуры соответственно 0 и  $4^\circ\text{C}$ , отвечающие показаниям термодатчиков ТМ6, ТМ7, МК27. Их графические зависимости представлены на рис. 8. В этом режиме линзы постепенно охлаждались, причем для

«ССИК» процесс охлаждения шел интенсивнее, чем для «МСУ», из-за различия в размерах. Для линз обоих приборов в этом режиме температура не становилась ниже  $1^\circ\text{C}$  (рис. 9). Минимальный по тепловым потокам режим длился около одного часа и считался завершенным в 18:22.

Наибольшие значения температуры на установочной и базисной плитах были достигнуты в 20:19 и составили соответственно 6 и  $19^\circ\text{C}$  (рис. 8), что отвечало режиму максимальных тепловых потоков излучений. Несмотря на то, что указанный режим длился около часа, температура на поверхностях плит не стабилизировалась, и испытание завершилось в 21:19. Из анализа рис. 8, 9 видно, что наиболее «холодными» поверхностями в испытаниях оказались линзы ОЭП. Температура стекол иллюминаторов камеры за период испытаний постепенно снижалась, однако была не ниже  $14^\circ\text{C}$  (рис. 7, а).

\*\*\*

Тепловые испытания оптико-электронных приборов «МСУ» и «ССИК», установленных на тепловом макете космического аппарата, с реализацией средних температур эксплуатации спутника МС-2-8 в двух основных режимах показали нормальное функционирование ОЭП в условиях, имитирующих открытый космос.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Козлов Л. В., Нусинов М. Д., Акишин А. И. Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды.— М.: Машиностроение, 1971.
2. Мартынов Д. А. Моделирование тепловых воздействий при проведении испытаний оптико-электронных приборов в вакууме // Оптический журнал.— 1994.— № 11.— С. 23—26.
3. Копятевич Р. М., Альтов В. В., Мишин Г. С. Тепловые режимы радиоэлектронных приборов космических аппаратов // Тр. Второй российской национальной конференции по теплообмену.— 1999.— Т. 1.— С. 129—132.
4. Рассамакин Б. М., Рогачев В. А., Хоминич В. И. и др. Экспериментальное моделирование тепловых режимов малогабаритных космических аппаратов и их внешних тепловых потоков. Часть 1. Термовакуумная установка ТВК-2,5 // Космічна наука і технологія.— 2002.— Т. 8, № 1.— С. 37—41.
5. Рассамакин Б. М., Рогачев В. А., Хайрнатов С. М. и др. Экспериментальное моделирование тепловых режимов эксплуатации оптико-электронного измерительного прибора для микро-спутника // Там же.— 2003.— Т. 9, № 4.— С. 34—39.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ



Динеш С. Дьюб. Электроника: Схемы и анализ.— М.: Техносфера, 2008.— 432 с.

Разработка и анализ электронных приборов и схем составляют неотъемлемую часть университетского курса физики. Книга представляет краткое, но всестороннее изложение данной темы. Освещены физические аспекты работы биполярных и полевых транзисторов, все схемы проанализированы с первооснов. Глава о производстве интегральных схем выделяет эту книгу из ряда аналогичных изданий. Простота и основательность изложения, большое количество примеров, задач и иллюстраций делают ее незаменимым пособием для студентов технических вузов

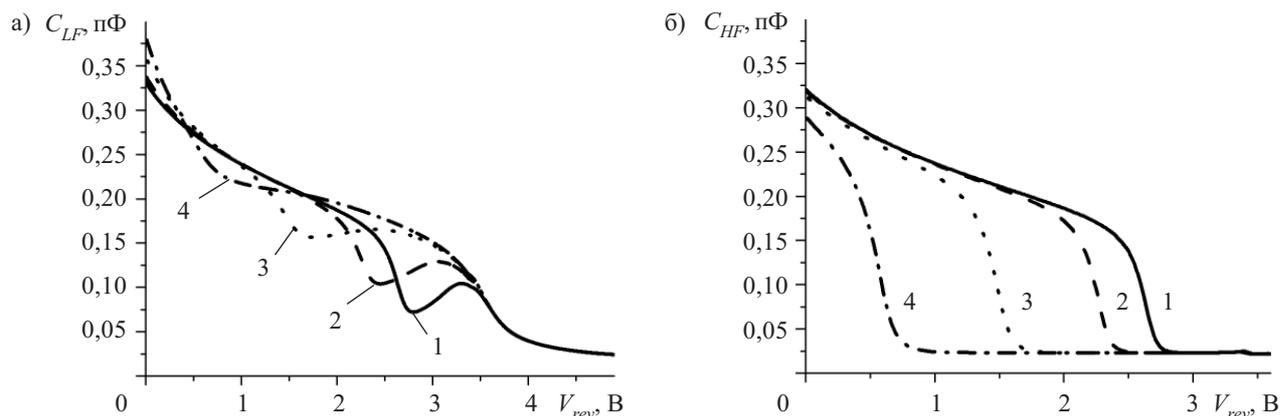


Рис. 1. Вольт-фарадные характеристики низкочастотной (а) и высокочастотной (б) барьерной емкости ионно-имплантированной структуры GaAs для различных значений  $N_p$ :  
 1 —  $4 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ; 2 —  $10^{16}$ ; 3 —  $3 \cdot 10^{16}$ ; 4 —  $6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ;

Шоттки с обратным напряжением с началом интенсивного опустошения глубоких центров. Отличие же от эпитаксиальных структур заключается в том, что с увеличением концентрации глубоких центров этот участок исчезает. Это связано с тем, что ионно-имплантированные структуры содержат глубокие центры не только в полуизолирующей подложке, но и в самом имплантированном слое, и поэтому опустошение глубоких центров с изменением обратного напряжения происходит при всех обратных напряжениях, а не только при которых область объемного заряда барьера Шоттки достигает перехода «канал—подложка».

Что касается высокочастотной вольт-фарадной характеристики, то она имеет участок резкого падения емкости, который с увеличением концентрации глубоких центров сдвигается в сторону более низких обратных напряжений. Такое поведение емкости объясняется резким падением концентрации свободных носителей на границе канала. С увеличением же концентрации глубоких центров канал сужается вследствие расширения области объемного заряда перехода «канал—подложка», и поэтому падение емкости начинается при меньших обратных напряжениях.

\*\*\*

Таким образом, показано, что на вольт-фарадные характеристики ионно-имплантированных структур

GaAs значительное влияние оказывают глубокие центры захвата. Особенности вольт-фарадных характеристик, обусловленные наличием глубоких центров, могут быть использованы для оценки концентрации этих центров по вольт-фарадным измерениям в исходных полупроводниковых пластинах.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Шур М. Современные приборы на основе арсенида галлия.— М.: Мир, 1991.
2. Костылев С. А., Прохоров Е. Ф., Уколов А. Т. Явления токопереноса в тонкопленочных арсенидгаллиевых структурах.— Киев: Наукова думка, 1990.
3. На Ц. Вычислительные методы решения прикладных граничных задач.— М.: Мир, 1982.
4. Горев Н. Б., Костылев С. А., Макарова Т. В. и др. Вольт-фарадные характеристики тонкопленочных структур *n*-GaAs // Физика и техника полупроводников.— 1992.— Т. 26, № 5.— С. 861—867.
5. Kostylev S. A., Prokhorov E. F., Gorev N. B. et al. Low-frequency capacitance-voltage characterization of deep levels in film-buffer layer-substrate GaAs structures // Solid-State Electronics.— 1999.— V. 43, N 1.— P. 169—176.
6. Gonzalez-Hernandez J., Prokhorov E., Gorev N. B. et al. Non-destructive technique for the characterization of deep traps at interlayer interfaces in thin-film multilayer semiconductor structures // Journal of Vacuum Science & Technology B.— 1999.— V. 17, N 5.— P. 2357—2360.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ



**Крухмалев В. В., Гордиенко В. Н., Моченов А.Д. и др. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. Под ред. Гордиенко В. Н. и Крухмалева В. В.— М.: Горячая линия—Телеком, 2008.— 424 с.**

Рассмотрены характеристики первичных электрических сигналов и соответствующих им каналов передачи, принципы организации двусторонних каналов и особенности передачи электрических сигналов по таким каналам. Изложены основы построения систем передачи с частотным и временным разделением каналов. Особое внимание уделено построению цифровых систем передачи с временным разделением каналов на основе импульсно-кодовой модуляции. Раскрыты принципы иерархического построения систем передачи. Рассмотрены вопросы построения цифровых волоконно-оптических систем передачи и систем радиосвязи: радиорелейных и спутниковых систем передачи, систем подвижной радиосвязи. Освещены основы построения телекоммуникационных сетей различного назначения и принципы их взаимодействия. Для студентов, обучающихся по направлению «Телекоммуникации».