

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВЫЕ КНИГИ ПО ПОЛУПРОВОДНИКАМ

Козуб В. И.

Optical bistability III. Proceeding of the topical meeting. Tucson, Arizona, Dec. 2—4, 1985 / Ed. by H. M. Gibbs, P. Mandel, N. Peyghambarian, S. D. Smith. Berlin, etc.: Springer-Verlag, 1986. 384 p.

Книга содержит материалы тематической конференции по оптической бистабильности (ОБ), состоявшейся в конце 1985 г. в США. Значительное число докладов посвящено оптоэлектронике и оптическим компьютерам, а также логическим устройствам на основе оптических элементов. С точки зрения физики полупроводников интерес представляет раздел, посвященный ОБ и нелинейности в полупроводниках. Подробно исследованы проявления ОБ и нелинейности в конкретных материалах: CdS (как при 77, так и при 300 K), ZnSe, CdHgTe и CdTe, PbSnTe (во всех указанных материалах — при комнатной температуре). При этом, в частности, сообщается о наблюдении ОБ при исключительно малых энергиях переключения в пластинах CdS. Изучалась также оптическая нелинейность при комнатных температурах в широкозонных соединениях $A^{II}B^{VI}$. Обсуждаются нелинейные оптические явления в жидких кристаллах и органических системах. Описано проявление ОБ в полупроводниковых лазерах; представлены модели ОБ в CdS и в структурах квантовых ям на основе GaAs. Кроме того, рассмотрены нелинейные волноводы (в том числе полупроводниковые на основе структур квантовых ям), различные поперечные и продольные эффекты, фундаментальные аспекты и новые схемы ОБ, а также неустойчивости и проявление хаоса.

Semiconductor technologies (Japan. annual reviews in electronics, computers and telecommunications). V. 19. Tokyo, etc.: OHM; Amsterdam, etc.: North-Holland, 1986. 345 p.

Книга включает в себя обзоры, посвященные важнейшим достижениям японских специалистов в области полупроводниковой технологии. Освещены различные методы приготовления материалов и структур: горизонтальный рост GaAs с помощью метода трехтемпературной зоны, рост почти идеальных кристаллов соединений $A^{III}B^{V}$ и $A^{II}B^{VI}$, газофазная эпитаксия $A^{III}B^{V}$, молекулярно-пучковая эпитаксия $A^{III}B^{V}$, создание сверхрешеток AlGaAs—GaAs с помощью металлоорганического химического осаждения и т. д. Предложен ряд новых транзисторных МДП структур на основе InP, с использованием затвора из сплава W—Al и др. Изучены ловушки типа EL-2 в GaAs. Исследована возможность использования квантового размерного эффекта для модуляции источника света с очень высокой разрешающей способностью. Рассмотрены различные оптоэлектронные приборы: полосковые лазеры с поперечными переходами на основе AlGaAs, светодиоды для голубой области спектра на основе GaN, ZnS и ZnSe, фоточувствительные элементы для инфракрасной области спектра, работающие при комнатной температуре, и др.

Трофим А. Г., Чумак В. А. Оптоэлектронные преобразователи на основе гетеропереходов $Al_xGa_{1-x}As$ —GaAs. Кишинев: Штиинца, 1987. 78 с.

Освещены различные вопросы, относящиеся к оптоэлектронным преобразователям на основе гетеропереходов $Al_xGa_{1-x}As$ —GaAs. Описаны важнейшие свойства GaAs, AlAs и твердых растворов на их основе, зонные энергетические диаграммы соответствующих гетеропере-

ходов, их фотоэлектрические свойства, а также технология изготовления. Даны сведения о позиционно-чувствительных фотоприемниках (ПЧФ). Обсуждаются физические принципы их работы, влияние внешних и внутренних параметров, ПЧФ с продольным фотоэффектом и диагонально разделенный ПЧФ на поперечном эффекте. Представлены селективные фотоприемники на основе гетеропереходов в системе $AlAs-GaAs$, в том числе их зонная модель и принципы работы, технология изготовления, основные характеристики и параметры. Специальная глава посвящена преобразователям солнечного излучения. Рассмотрены пути снижения стоимости и повышения эффективности солнечных элементов (СЭ), СЭ с подложкой, тонкопленочных СЭ и т. д.

Гершунский Б. С. Основы электроники и микроэлектроники. Киев: Вища школа, 1987. 422 с.

Даны физические основы электронной техники. Представлены важнейшие положения электронной теории, электрофизические свойства полупроводников (структура и проводимость, дрейфовые и диффузионные токи, электропроводность в сильных электрических полях и эффект Ганна, эффект Холла). Специально анализируются контактные и поверхностные явления: контакты полупроводник—полупроводник, $p-n$ -переход, туннельный эффект, гетеропереход, контакт металл—полупроводник, переход Шоттки. Освещены оптические и фотоэлектрические явления: фотопроводимость и фоторезистивный эффект, фотоэффект в $p-n$ -переходе, электромагнитное излучение в полупроводниках и лазерный эффект. Последовательно сообщается о важнейших полупроводниковых приборах: резисторах (терморезисторах, фоторезисторах, варисторах), диодах (выпрямительных диодах, стабилизаторах, высокочастотных и импульсных диодах, варикапах, фото- и светодиодах и т. д.). Значительное место отведено транзисторам — как биполярным, так и полевым. Описаны гибридные интегральные микросхемы и полупроводниковые интегральные микросхемы, в том числе большие интегральные схемы; приборы с зарядовой связью в ИМС. Специальная глава посвящена функциональной микроэлектронике: обсуждаются оптоэлектроника, акустоэлектроника, магнитоэлектроника, криоэлектроника, хемотроника, устройства на эффекте Ганна и др. Остальная часть книги посвящена схемотехническим вопросам, а также устройствам отображения информации.

Костылев С. А., Гончаров В. В., Сокольский И. И., Челядин А. В. Полупроводники с объемной отрицательной проводимостью в СВЧ полях. Киев: Наукова думка, 1987. 144 с.

Освещены электронные процессы, сопровождающие формирование волн пространственного заряда в полупроводниках с объемной отрицательной дифференциальной проводимостью (ОДП) [прежде всего в приборах с междолинным электронным переносом (МЭП)] при воздействии на них электромагнитного излучения. Описана стабилизация флуктуаций неустойчивости в полупроводниковых МЭП структурах; при этом анализируются неустойчивости в неограниченной среде и в образцах ограниченных размеров, стабилизация ОДП в сверхкритически легированных МЭП диодах, в планарных тонкопленочных МЭП диодах и т. д. Изучено взаимодействие электромагнитного излучения со статическими электрическими неустойчивостями в диодах с междолинным переносом носителей. Подробно рассмотрено взаимодействие излучения с формирующейся волной объемного заряда: влияние степени сформированности домена на выходные параметры генераторов, трансформация электрических неустойчивостей в поле электромагнитной волны, влияние отрицательной проводимости МЭП диодов в режиме формирующихся доменов, особенности многодоменного режима. Обсуждаются различные управляющие устройства на МЭП диодах (ограничители СВЧ мощности, амплитудные модуляторы и фазовые преобразователи, двухканальные переключатели и др.), а также преобразование частоты на МЭП диодах.

Бурак Я. И., Чекурин В. Ф. Физико-механические поля в полупроводниках. Киев: Наукова думка, 1987. 263 с.

В книге в рамках континуального подхода с использованием методов термодинамики необратимых процессов разработаны математические основы количественного описания неравновесных явлений в полупроводниках, связанных с наличием силовых нагрузок, элек-

ромагнитного поля или нагрева. Освещаются важнейшие представления теории полупроводников (симметрия и свойства решетки, электронные свойства, статистика электронов и дырок). Даны основы континуального подхода (определение макроскопической модели, кинематика взаимопроникающих континуумов, сопутствующая система координат, локальные геометрические характеристики и т. д.). Описано локальное термодинамическое состояние: введены принципы локального термодинамического равновесия, уравнения Гиббса для подсистем полупроводника, уравнения состояния. Выведены балансовые соотношения. Представлены уравнения связи между термодинамическими силами и потоками. Обсуждается диффузионная модель. Рассмотрена постановка краевых задач применительно к механотермоэлектрическим явлениям в легированных полупроводниках при больших градиентах температуры.

Даргин А. Ю. Измерение дрейфовой скорости в твердых телах. Вильнюс: Мокслас, 1987. 249 с.

В этом издании систематизированы все известные методы определения дрейфовой скорости носителей заряда, а также некоторых нелинейных объемных характеристик, таких как электропроводность и отрицательная дифференциальная подвижность. Даны общие представления о дрейфовой скорости. Освещены методы постоянного тока, в том числе измерение ВАХ с помощью микро- и наносекундных импульсов, зондовые методы, измерение малых симметрических нелинейностей, проблема контактов и т. д. Подробно разобраны СВЧ методы (метод проходящей мощности, метод адсорбированной мощности, метод двоянных импульсов, ВАХ в магнитных полях и др.). Значительное внимание уделено времяпролетным методам монополярного и амбиполярного дрейфа. Представлена теорема Рамо о наведенных токах; описаны схемные варианты, способы создания электрического поля и контроля за его однородностью, генерация носителей и влияние ловушек, влияния диффузионных эффектов, способы генерации и индикации нейтральных пакетов. Обсуждаются методы, основанные на токах, ограниченных пространственным зарядом как в стационарном, так и в переходном режимах.

Вьюн В. А., Ржанов А. В., Яковкин И. Б. Акустоэлектронные методы исследования поверхности полупроводников. Новосибирск: изд-во ИФП СО АН СССР, 1987. 128 с.

В книге представлены различные акустоэлектрические методы исследования электрофизических свойств поверхности полупроводников. Даны физические основы методов; описано акустоэлектронное взаимодействие в слоистых структурах пьезоэлектрик—полупроводник. Изложена теория такого взаимодействия как в линейном, так и в нелинейном режимах; введены основные уравнения и приближения, анализируются граничные условия. Последовательно освещаются измерение поверхностной дрейфовой подвижности, измерения поверхностного потенциала и исследование поверхностных состояний, исследование релаксационных процессов, контроль за однородностью электрических свойств поверхности, а также адсорбционно-десорбционные процессы при акустоэлектронном взаимодействии в слоистых структурах. Обсуждаются проявления би- и мультистабильности в рассматриваемой системе.

Зантов Ф. А., Литвинова Н. Н., Савицкий В. Г., Средин В. Г. Радиационная стойкость в оптоэлектронике. М.: Воениздат, 1987. 166 с.

Книга посвящена вопросам радиационной стойкости наиболее распространенных полупроводниковых оптоэлектронных приборов, а также некоторых видов оптических стекол и волокон. Даны классификация и основные физические характеристики ионизирующих излучений. Освещены основные типы оптоэлектронных полупроводниковых приборов: описано взаимодействие оптического излучения с полупроводником (генерация и рекомбинация носителей, кинетика фотопроводимости, фотовольтаические эффекты, фотоэлектрические преобразователи и т. д.), физика полупроводниковых инжекционных лазеров. Представлены общие сведения о влиянии ионизирующего излучения (ИИ) на полупроводниковые материалы,

в том числе о влиянии радиационных дефектов на электрофизические свойства Si бинарных полупроводников, а также о влиянии ИИ на фоточувствительные и светочувствительные структуры. Анализируются фоторезистивные и фотодиодные структуры, полупроводниковые преобразователи солнечного излучения и полупроводниковые светоизлучающие структуры. Обсуждается влияние ИИ на оптические материалы и волокна.

Зайковская М. А., Каримов М., Хакимов З. М. и др. Физические свойства облученного кремния. Ташкент: Фан, 1987. 148 с.

Освещаются вопросы, относящиеся к свойствам Si, содержащего радиационные дефекты. Изложены общие сведения о дефектообразовании в неметаллических кристаллах, в частности о диффузионной модели дефектообразования, особенностях надпорогового и подпорогового дефектообразования и т. д. Рассмотрена природа локализованных уровней дефектных центров в алмазоподобных полупроводниках. Изучены ионизационно-стимулированные процессы дефектообразования в Si: подпороговое дефектообразование, влияние плотности потока излучения, положения уровня Ферми, температуры облучения и инжекции носителей. Обсуждаются изменения свойств Si, обусловленные точечными дефектами: электрофизические свойства при легировании S, Ir, Pt, рекомбинационные свойства при легировании Ir, Rh, Pt и S, влияние быстрых нейтронов, а также термической закалки и гамма-облучения.

Квасков В. Б. Полупроводниковые приборы с биполярной проводимостью. М.: Энергоатомиздат, 1988. 128 с.

В книге представлен новый класс полупроводниковых приборов на основе тонких пленок керамических и стеклообразных полупроводников с биполярной неомической проводимостью, не содержащих асимметричных потенциальных барьеров (например, $p-n$ -переходов). Освещены электрические свойства полупроводников с неупорядоченной структурой: электропроводность поликристаллических и аморфных полупроводников, в том числе электропроводность в сильных полях (эффект Френкеля—Пула, ВАХ межкристаллической границы в поликристалле, ВАХ аморфного полупроводника). Описаны физические процессы в приборах с биполярной проводимостью: свойства единичного рабочего элемента — микроваристора, электропроводность варистора, туннельные токи, механизм инициации проводящего состояния, электрическая неустойчивость в тонкопленочных переключателях, эффект отрицательной емкости, генерационные эффекты. Обсуждаются функциональные возможности и применение приборов с биполярной проводимостью. Рассмотрены металлооксидные варисторы, их конструктивно-технические особенности, технические характеристики, использование в качестве твердотельных разрядников, а также для управления электрооптическими индикаторами), элементы переключения и памяти, приборы на основе гетеропереходов кристалл—аморфный полупроводник, оптоэлектронные устройства. Анализируется проблема надежности.

Симон Ж., Андре Ж. Ж. Молекулярные полупроводники. Фотоэлектрические свойства и солнечные элементы. Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 344 с.

Книга посвящена новым органическим проводящим материалам, весьма перспективным с точки зрения технических применений. Даны основные понятия физики твердого тела (темповая электропроводность, зонная модель, прыжковый и туннельный механизмы переноса, процессы локализации и т. д.). Освещены фотоэлектрические явления в молекулярных полупроводниках, в частности поглощение света, перенос энергии, фотогенерация носителей заряда, явления в $p-n$ -переходах, фотоэлектрический эффект. Подробно изучены два предельных случая молекулярных материалов: молекулярные кристаллы (МК) и органические по-

лимеры (ОП). В качестве типичного МК обсуждаются металл-фталоцианиды [в том числе синтез и физико-химические свойства, темновые электрические свойства, фотоэлектрический эффект и применение в солнечных элементах (СЭ)]. Основные свойства ОП анализируются на примере полиацетилена; разобраны проблемы синтеза, теоретические модели, транспортные свойства, особенности легирования, применения для СЭ. Рассмотрены свойства и ряда других материалов: ароматических углеводородов, графита, металлоорганических производных, систем с переносом заряда, полиметинов, полимерных систем с сопряженными связями и др. Описаны также молекулярные СЭ.

Кинетика электронных процессов в примесных полупроводниках и полупроводниковых приборах. Кишинев: Штиинца, 1987. 107 с.

Сборник оригинальных теоретических и экспериментальных работ посвящен исследованию различных электронных процессов в примесных полупроводниках и приборах на их основе. Значительное внимание уделено процессам, протекающим при воздействии интенсивного лазерного облучения. Рассмотрены безызлучательные и оптические переходы, индуцированные лазерным излучением, резонансное поглощение мощного электромагнитного излучения многоэлектронными атомами, спектральная диагностика испарения полупроводниковых мишеней лазерным излучением и т. д. Описаны некоторые другие оптические явления, в частности фотоэлектрические свойства ZnSe с остаточной проводимостью. Ряд работ посвящен изучению свойств и характеристик конкретных приборов: обсуждаются оптически управляемые индуктивные свойства транзисторов, транзисторный эффект в пленочных структурах $A^{III}B^V-Si$, фотодиодная линейка на гетероструктурах $n-GaAs/p-Si$, свойства металлических контактов к кремнию и соединениям $A^{III}B^V$, полученных лазерным нагревом, влияние размера частиц на кинетические эффекты в толстопленочных резисторах.

Богомолов П. А., Сидоров В. И., Усольцев И. Ф. Приемные устройства ИК систем. М.: Радио и связь, 1987. 208 с.

Приведены физические основы, характеристики и теория фотоприемных устройств ИК систем нового поколения. Дана классификация приемных ИК систем; представлены основные принципы построения современных приемных ИК устройств. Описаны многоэлементные приемные устройства, состоящие из фоточувствительной матрицы и процессора. Рассмотрены устройства на приемниках с внутренним интегрированием сигнала, монолитные структуры на основе кремниевых днодов Шоттки, гибридные структуры на основе фотонных приемников (использующих узкозонные полупроводники) и пирозлектриков, а также монолитные структуры на основе примесного кремния и на основе узкозонных полупроводников. Специальная глава посвящена пировидиконам.

Bell D. A. Noise and the solid state. London—Plymouth: Pentech Press., 1985. 175 p.

В книге содержится обзор проблем, связанных с проявлением шумов в устройствах твердотельной (прежде всего полупроводниковой) электроники. Освещены природа тепловых шумов, их статистические свойства, макроскопическое описание, их роль в конкретных приборах. Изложены сведения, относящиеся к шумам $1/f$ и взрывному шуму; представлены ряд математических и физических моделей шума $1/f$, а также некоторые экспериментальные данные. Подробно изучены шумы в системах с горячими носителями и шумы в условиях баллистического переноса (в частности, шумы в субмикронных устройствах и в диодах Ганна); приведены результаты машинного моделирования. Специальная глава посвящена шумам различных детекторах излучения, в том числе в оптических и инфракрасных детекторах.

Рассмотрены шумы, связанные с флуктуациями заряда (в приборах с зарядовой связью). Книга содержит также главы, посвященные шумам в ферромагнитных и сегнетоэлектрических материалах, в криоэлектронных устройствах и в осцилляторах.

Epitaxial silicon technology / Ed. by J. Balica. Orlando etc.: Acad. Press., 1986. 328 p.

В книге содержится подробный обзор различных технологических методов эпитаксиального выращивания кремния и структур на его основе. Изложена технология эпитаксии из газовой фазы, причем анализируется рост как при атмосферном, так и при пониженном давлении. Дана информация, относящаяся к кинетике и механизмам роста, введению примесей, морфологии поверхности и дефектам эпитаксии, а также к конкретным устройствам, изготавливаемым с помощью данного метода. Описана эпитаксия выращивания из молекулярных пучков, которая позволяет получать очень тонкие структуры с контролируемым легированием. Рассмотрена эпитаксия из жидкой фазы, причем представлены как используемая аппаратура, так и ход процесса; обсуждаются возникающие дефекты, а также использование метода для создания электронных устройств. Специальная глава посвящена гетероэпитаксии на сапфировой подложке, позволяющей повысить радиационную стойкость интегральных схем. Освещены последние достижения, связанные с эпитаксиальным выращиванием слоев Si на изоляторе.

Noise in physical systems and $1/f$ noise-1985. Proceedings of the 8 International Conference on «Noise in Physical systems» and the 4 International Conference on « $1/f$ noise» / Ed. by A. D'Amico, P. Mazzetti. Amsterdam etc.: North-Holland, 1986. 531 p.

Книга содержит материалы 8-й Международной конференции по шумам в физических системах и 4-й Международной конференции по шумам $1/f$, состоявшихся в Риме в сентябре 1985 г. Значительная часть этих материалов посвящена шумам в полупроводниках и полупроводниковых устройствах. Описаны квантовый $1/f$ -шум в полупроводниках в условиях наличия рассеяния на ионизированных примесях и различных типов электрон-фононного рассеяния, механизмы низкочастотных шумов в полевых транзисторах, диффузионный шум горячих электронов в GaAs при 300 К и генерационно-рекомбинационный шум в p -Si при 77 К. Дан обзор шумов в фотодиодах. Представлена количественная модель шумов в окрестности границ полупроводниковых зерен и модель $1/f$ -шума в n^+ - p -переходах. Изучены влияние электрон-электронного взаимодействия на спектральную плотность флуктуаций тока горячих электронов в Si, шумы напряжения в SiC, ограниченные пространственным зарядом при наличии ловушек, дробовой и фликкерный шумы в p - n -переходе в диффузионном, генерационно-рекомбинационном режимах и в режиме сильной инжекции. Обнаружен «телеграфный» шум в каналах кремниевых МОП транзисторов, зависящий от напряжения на затворе. Исследованы флуктуации мод в полупроводниковом лазере, диффузионный шум, связанный с междолинным рассеянием, в коротких устройствах из GaAs. Несколько сообщений посвящено $1/f$ -шумам в биполярных транзисторах. Выполнен подробный экспериментальный и теоретический анализ $1/f$ -флуктуаций подвижности в таких транзисторах, обсуждаются $1/f$ шум, связанный с объемным захватом неосновных носителей, и вопрос об области расположения источников $1/f$ -шума. Значительное место отведено шумам в конкретных устройствах. Так, изложены результаты, относящиеся к высокочастотным шумам в полевых транзисторах на основе GaAs—AlGaAs и диодах Шоттки, шумам в биполярных транзисторах на основе GaAs—AlGaAs, шумам в МОП структурах с каналами субмикронной длины и в коротких диодах n^+ - n - n^+ на основе GaAs. Кроме того, представлены материалы, относящиеся к шумам в металлических пленках, в ферромагнетиках, в СКВИДах, в биологических системах.

В книге выполнен исчерпывающий обзор вопросов, связанных с физикой, технологией и многочисленными применениями GaAs. Описаны химическая связь и кристаллическая структура материала, а также энергетический спектр носителей и различные кинетические свойства; при этом анализируются механизмы рассеяния, численные методы решения уравнения Больцмана, особенности кинетики в устройствах малых размеров. Освещены методы приготовления материала (рост кристаллов, жидкостная и газофазная эпитаксия, молекулярно-пучковая эпитаксия, ионная имплантация), методы создания контактов, в том числе контактов Шоттки и омических контактов, а также различные методы контроля качества материала. Специальная глава посвящена эффекту Ганна: дана теория явления, изучены режимы сильных и слабых полей, неустойчивости, влияние магнитного поля. Представлен ряд конкретных устройств, использующих междолинный перенос электронов. Значительное место отведено полевым транзисторам на основе GaAs. Изложена физическая картина, связанная с указанным устройством, приведен ряд аналитических моделей, освещено использование транзисторов в усилителях и в интегральных схемах. Детально обсуждаются логические интегральные цепи на основе GaAs, в том числе их структура, разработка и технология изготовления. Изучается физика полевых транзисторов с модулированным легированием. Разбираются различные свойства двумерного электронного газа (в частности, кинетические), вольт-амперная характеристика устройства при различных напряжениях на затворе, роль ловушек, использование гетероструктур. Рассмотрены некоторые новые устройства: биполярные транзисторы с гетероконтактами, «вертикальные» полевые транзисторы, транзисторы с проникающей базой и др. Книга содержит обширную библиографию (около 1400 наименований).
