

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВЫЕ КНИГИ ПО ПОЛУПРОВОДНИКАМ

Козуб В. И.

Аморфные и поликристаллические полупроводники / Под ред. В. Хейванга. Пер. с немецкого под ред. Ю. Д. Чистякова. М.: Мир, 1987. 160 с.

В книге, написанной рядом ведущих специалистов ФРГ, освещен широкий круг вопросов, связанных с физикой и технологией аморфных и поликристаллических полупроводников, а также с их применением в технике. Представлен обзор информации по аморфным полупроводниковым материалам; даны сведения об их атомной и зонной структурах. Описаны аморфные полупроводники тетраэдрического строения и халькогенидные полупроводники, а также основные применения аморфных полупроводников: фотопроводники для электрографического копирования, переключатели и элементы памяти, солнечные элементы на основе аморфного кремния, полевые транзисторы, интегральные схемы. Подробно освещаются термоэлектрические явления и основанные на них приборы: термоэлектрические генераторы и тепловые насосы; анализируются конкретные термоэлектрические материалы (Bi_2Te_3 , PbTe и др.). Изложены вопросы, относящиеся к использованию поликристаллических оксидных полупроводников для создания термисторов. Рассмотрены перенос заряда в указанных материалах, температурная зависимость сопротивления и конструкции конкретных приборов. Специальная глава посвящена термисторам с положительным температурным коэффициентом сопротивления. Обсуждаются применение поликристаллических керамических материалов на основе SiC и ZnO для изготовления варисторов, механизмы проводимости в соответствующих материалах, характеристики и свойства варисторов.

Насынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы. М.: Высшая школа, 1987. 479 с.

Книга, представляющая собой учебное пособие для вузов по специальностям «Полупроводники и диэлектрики» и «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы», выходит 4-м изданием, которое по сравнению с предыдущим заметно переработано и дополнено. Даны основные сведения по физике полупроводников: энергетическая структура, роль примесей, электрические, оптические, фотоэлектрические свойства. Специальная глава посвящена контактному явлениям (как электронно-дырочным переходам, так и переходам металл—полупроводник и гетеропереходам). Значительное место отведено физике полупроводниковых диодов; освещаются характеристики диодов различного типа: выпрямительных, сверхвысокочастотных, лавинно-пролетных, туннельных, шумовых, обращенных диодов, стабилитронов, варикапов. Подробно описаны свойства биполярных транзисторов, а также полевых транзисторов и приборов с зарядовой связью. Изложены основные сведения об интегральных микросхемах. Освещены вопросы, относящиеся к тиристорам, терморезисторам и варисторам. Обсуждается работа приборов, основанных на эффекте междолинного перехода электронов (генераторов Ганна), а также различных оптоэлектронных приборов: лазеров, фоторезисторов, фотодиодов и фототранзисторов, ИК светодиодов. Рассмотрены полупро-

водниковые приборы на аморфных полупроводниках (переключатели и элементы памяти), полупроводниковые термоэлектрические устройства и полупроводниковые гальваномагнитные приборы (преобразователи Холла, магнитодиоды, магнитотранзисторы и др.).

Трофим В. Г., Чумак В. А. Оптоэлектронные фотопреобразователи излучений на основе гетеропереходов $Al_xGa_{1-x}As-GaAs$. Кишинев: Штиинца, 1987. 79 с.

Освещены вопросы, относящиеся к разработке, изготовлению и исследованию оптоэлектронных преобразователей излучений на основе гетеропереходов (ГП) $Al_xGa_{1-x}As-GaAs$, полученных методом эпитаксиального наращивания из жидкой фазы. Описаны основные свойства ГП (зонные энергетические диаграммы, фотоэлектрические характеристики) и методы их получения (в том числе оснастка для жидкостной эпитаксии и закономерности роста и легирования эпитаксиальных слоев). Приведены данные о позиционно чувствительных фотоприемниках (ПЧФ) (в том числе ПЧФ с продольным фотоэффектом и диагонально разделенных ПЧФ на поперечном эффекте), изложены физические принципы работы ПЧФ, влияние внешних и внутренних факторов. Обсуждаются селективные фотоприемники на основе ГП (зонная модель и принципы работы, основные характеристики и параметры). Рассмотрены также проблемы, связанные с преобразователями солнечного излучения, в частности пути снижения стоимости и повышения эффективности, солнечные элементы с подложкой и тонкопленочные солнечные элементы.

Романенко В. Н., Саидов М. С., Абдукаримов Э. Т. и др. Коэффициенты распределения в сложных полупроводниковых системах. Ташкент: Фан, 1987. 147 с.

В рамках понятия коэффициента распределения (КР), описывающего распределение между твердой и жидкой фазами для отдельных компонент полупроводниковой системы, анализируются процессы, связанные с кристаллизацией таких соединений. Описаны КР при росте кристаллов и слоев. Освещены методы определения КР нелегирующих примесей с помощью концентрационных кривых, легирующих примесей, при выращивании полупроводниковых слоев с помощью жидкостной эпитаксии, термической остановки. Изучено влияние примесей на растворимость и КР. Рассмотрены КР в сложных системах, определяемые без учета химических реакций, а также при наличии химических реакций. При этом, в частности, обсуждаются КР атомарных примесей в $BiTe$.

Неравновесные процессы в сложных полупроводниках. Тематич. сб. науч. тр. / Под ред. В. И. Таирова, Т. П. Омарзаде. Баку: Изд-во АзГУ, 1987. 120 с.

Сборник содержит результаты многоплановых исследований сложных полупроводниковых материалов. Ряд работ посвящен получению и обработке таких материалов, в частности получению раствора внедрения на основе β -ромбоэдрического бора, отжигу дефектов, созданных электронным облучением в монокристаллах $Cd_xHg_{1-x}Te$. В значительном количестве сообщений изучаются электрические и фотоэлектрические свойства соединений $Cu_3A_5B_9$ (где $A - Ga, In; B - Se, Te, S$). Обсуждаются некоторые свойства гетеропереходов (ГП) (например, свойства ГП на основе твердых растворов GaS_xSe_{1-x} , остаточная фотопроводимость в ГП In_2O_3-GaSe), а также различных твердых растворов (например, стримерное излучение в системе $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$, некоторые свойства растворов $TlIn_2Te_2-TlLnTe_2$, спектры фотолюминесценции и возбуждения в твердых растворах $Sr_xGa_{1-x}MoO_4$). Кроме того, обсуждаются некоторые кинетические явления в многодолинных и бесщелевых полупроводниках.

В книге обобщается обширный экспериментальный материал, полученный в процессе исследования пластической деформации и релаксационных явлений в нитевидных кристаллах Si и Ge. Изложены сведения, относящиеся к материалам (основные физические характеристики, методы получения, морфология и структура нитевидных кристаллов), установкам и используемым методикам (методика закрепления, деформирования в условиях изгиба, кручения, методика измерения ползучести, внутреннего трения). Освещены особенности пластической деформации рассматриваемых объектов: введение дислокаций, ползучесть, поведение в процессе отжига. Изучена релаксация напряжений при кручении и изгибе. Подробно исследовано внутреннее трение в исходных (бездислокационных) и пластически деформированных нитевидных кристаллах. Определены его температурная и амплитудная зависимости; описаны высокотемпературный пик внутреннего трения и влияние на внутреннее трение различных факторов. Предложена теория пластической деформации нитевидных кристаллов при кручении.

Мокеев О. К. Полупроводниковые приборы и микросхемы. М.: Высшая школа, 1987. 112 с.

В книге, представляющей собой учебное пособие для ПТУ, разобраны вопросы, связанные с принципами действия, устройством, параметрами и назначением важнейших полупроводниковых приборов. Даны основные сведения об электрофизических свойствах полупроводников (о кристаллической структуре и зонной модели, равновесных и неравновесных явлениях). Специальная глава посвящена $p-n$ -переходу. Последовательно рассмотрены полупроводниковые диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры и оптоэлектронные приборы. Обсуждаются интегральные микросхемы с элементами на биполярных и МОП транзисторах. Изложены схемотехнические вопросы, относящиеся к цифровым и аналоговым микросхемам, а также к микропроцессорным комплексам.

Люминесценция широкозонных полупроводников / Тр. ФИ АН СССР, т. 182. М.: Наука, 1987. 190 с.

Книга представляет собой сборник обзоров, посвященных исследованию оптических и фотоэлектрических свойств широкозонных полупроводников. Приведены результаты изучения собственно дефектной инфракрасной фотолюминесценции и родственных явлений в монокристаллах неактивированного ZnS. Показано, что в спектрах люминесценции можно выделить 4 полосы (или группы полос), связанные с различными центрами излучения; построена зонная модель основных электронно-дырочных переходов. Анализируются люминесценция и фотоэлектрические свойства полупроводниковых монокристаллов La_2S_3 и $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}$, легированных редкоземельными ионами (Cr, Nd, Eu, Tb). Приведены результаты комплексного изучения фотопроводимости, фотолюминесценции, термостимулированных токов; предложены схемы расположения энергетических уровней глубоких центров. Сообщается об исследовании каналов излучений рекомбинации в нелегированных образцах InP и в образцах, легированных Te и Fe. Обсуждается люминесценция монокристаллических слоев ZnO n - и p -типа; описана методика получения таких слоев на базе монокристаллов ZnS и ZnO путем термообработки в атмосфере активированного кислорода.

Лозовский В. Н., Луния Л. С., Попов В. П. Зонная перекристаллизация градиентом температуры полупроводниковых материалов. М.: Металлургия, 1987. 232 с.

В книге освещаются вопросы, относящиеся к зонной перекристаллизации градиентом температуры (ЗПГТ) Ge, Si, соединений A^3B^5 и других полупроводниковых материалов. Даны физико-химические основы ЗПГТ (механизм явления, факторы, влияющие на скорость роста, приближенная теория явления, вопросы стабильности). Описаны аппаратура и методика

проведения процесса как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Значительное внимание уделено киветике ЗПГТ. Изучены зависимости скорости роста от ширины жидкой зоны, от температурных условий и т. д. Рассмотрено перераспределение компонентов в слое твердого раствора, выращенного методом ЗПГТ в слоях, выращенных как без подпитки, так и с подпиткой, а также при перекристаллизации поликристаллического и порошкообразного источников. Исследовано перераспределение примеси (легирование из двухкомпонентных зон, роль металла-растворителя, очистка кристалла от исходных примесей). Обсуждается применение ЗПГТ в полупроводниковой технологии, в том числе на плоских зонах, линейных зонах, на точечных и комбинированных зонах.

Филатов И. Н., Бакрунов О. А., Панасенко П. В. Микроэлектронные СВЧ устройства. Кн. 7. Микроэлектроника: учебн. пособие для втузов / Под ред. Л. А. Коледова. М.: Высшая школа, 1987. 94 с.

Освещаются различные проблемы, относящиеся к микроэлектронным СВЧ устройствам. Изложены вопросы конструирования и расчета гибридных микросхем (МС), в том числе описаны элементы микроэлектронных устройств СВЧ и полупроводниковые приборы СВЧ, основные иерархические уровни и уровни межсоединений микроэлектронной аппаратуры СВЧ. Разбираются особенности производства микроэлектронных устройств СВЧ: особенности выбора подложки и требования к ней, конструктивно технологические погрешности изготовления тонкопленочных МС. Специальная глава посвящена полупроводниковым интегральным МС диапазона СВЧ. Даны основные сведения об арсениде галлия как о материале для изготовления МС СВЧ, обсуждается технологический маршрут изготовления полупроводниковых МС СВЧ и направления развития МС на GaAs. Кроме того, в книге рассмотрены фазированные антенные решетки.

Semiconductors and Semimetals. V. 22. Lightwave communication technology, pt A / Ed. by W. T. Tsang. Material growth technology. Orlando etc.: Acad. Press., 1985. 416 p.

Данная книга представляет собой первый том пятитомной серии, посвященной технологии оптоэлектронных систем связи; в нем рассмотрены вопросы, относящиеся к изготовлению полупроводниковых материалов, используемых для создания указанных систем. Описаны методика эпитаксиального выращивания структур InGaAsP, а также молекулярно-пучковая эпитаксия для полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ (в том числе используемая аппаратура условия роста, кинетические и оптические свойства монослоев и гетероструктур, новые лазерные структуры и новые фотодетекторы). Специальная глава посвящена металлоорганической эпитаксии из газовой фазы для соединений $A^{III}B^V$. Освещены проблемы, связанные с осаждением InGaAsP и GaAs из газовой фазы, при котором в качестве переносящего агента используются хлорные и галоидные соединения. Дана термодинамическая модель таких процессов, изучены различные аспекты механизмов роста. Обсуждается химическое осаждение из газовой фазы, использующее в качестве источников элементов металлоорганические соединения, в условиях низкого давления применительно к системам $Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$. Рассмотрено влияние дефектов на соединения $A^{III}B^V$, в том числе собственных дефектов и дефектов, возникших в процессе изготовления; изучены электронные свойства дислокаций и дефектов, возникших в процессе деградации.

Semiconductors and Semimetals. V. 22. Lightwave communication technology, pt B / Ed. by W. T. Tsang. Semiconductor injection lasers, I. Orlando etc.: Acad. Press, 1985. 386 p.

Второй том пятитомной серии посвящен технологии оптоэлектронных систем связи; в нем рассмотрены вопросы, относящиеся к полупроводниковым инжекционным лазерам (ИПЛ). Описано использование метода фазовой синхронизации в полупроводниковых лазерах для получения коротких импульсов излучения; даны как теория явления, так и обзор эксперимента. Изложены проблемы, связанные с высокочастотной модуляцией тока в ИПЛ.

Изучены кинетика лазера, отклик на быстрые возмущения и малосигнальные модуляционные характеристики, различные паразитные эффекты, роль эффекта сверхлюминесценции. Обсуждаются спектральные свойства полупроводниковых лазеров. Специальная глава посвящена одномоновым полупроводниковым лазерам с распределенной отражающей структурой. Подробно описана работа лазера с «расщепленным» резонатором (т. е. с парой связанных резонаторов). Рассмотрены вопросы изготовления таких лазеров, модуляция, бистабильность, оптическое переключение.

Semiconductors and Semimetals. V. 22. Lightwave communication technology, pt D / Ed. by W. T. Tsang. Photodetectors. Orlando etc.: Acad. Press., 1985. 454 p.

Четвертый том пятитомной серии посвящен технологии оптоэлектронных систем связи; в нем рассмотрены вопросы, относящиеся к фотодетекторам. Изложена физика лавинных фотодиодов (теория ударной ионизации, физика лавинного умножения). Описаны фотодиоды на основе полупроводниковых соединений (в том числе разобраны физические принципы, свойства фотодиодов и интегральные структуры на их основе). В специальной главе представлены лавинные фотодиоды на основе Ge и Si. Исследована проблема чувствительности лавинных фотодетекторов систем оптической связи с высокой скоростью передачи информации. Обсуждаются шумы в таких системах, расчеты чувствительности, источники деградации чувствительности. Рассмотрены транзисторы для систем оптической связи (анализируются их коэффициенты усиления, отклик на быстрые возмущения, шумовые характеристики, лавинный эффект и новые структуры, в частности полевые фототранзисторы).

The technology and physics of Molecularbeam epitaxy / Ed. by H. C. Parker. N. Y.: Plenum Press., 1985. 686 p.

В книге, написанной рядом ведущих специалистов, приведен подробный обзор вопросов, относящихся к применению молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) к структурам, полученным с ее помощью. Дана общая характеристика МЛЭ; описана аппаратура, используемая для МЛЭ применительно к системам $A^{III}B^V$ (генераторы и модуляторы пучков, методы анализа поверхности). Освещены проблемы, связанные с выращиванием соединений $A^{III}B^V$ (физика процессов роста, условия оптимального роста, особенности выращивания слоев). Изучена роль примесей (как случайных, так и легирующих). Анализируются свойства слоев соединений $A^{III}B^V$: структурные свойства (в том числе дефекты структуры), роль собственных дефектов и остаточных примесей; оптические свойства (в частности, особенности люминесценции материалов с различным составом); энергетические характеристики основных носителей, а также глубокие уровни в GaAs и AlGaAs. Специальная глава посвящена сверхрешеткам, изложены как ранее полученные результаты, так и новые достижения, в частности, для структур GaAs—GaAlAs (оптические свойства, магнитоквантовые эффекты) и InAs—GaSb (—AlSb). Большое место отведено гетероструктурам $Al_xGa_{1-x}As$ /GaAs с модулированным легированием: изучены подвижность в слабых полях, холловская подвижность и роль разделения слоев, влияние остаточных примесей, квантовый эффект Холла, а также использование таких структур в полевых транзисторах. Представлены сверхрешетки, составленные из слоев с различным легированием (например, n -, p - и i -слоев); указаны их изготовление с помощью МЛЭ, возможность управления их электронными свойствами (проводимостью, поглощением света, люминесценцией). Разбирается применение МЛЭ для изготовления InP и других соединений, содержащих фосфор, а также МЛЭ для изготовления соединений $A^{II}B^VI$ (в том числе систем ZnTe—ZnSe, CdTe, CdHgTe, гетероконтактов и сверхрешеток на их основе). Описано осаждение кремния из молекулярных пучков (гомозпитаксия, гетерозпитаксия, использование в приборах). Освещены вопросы, связанные с металлизацией и приготвлением изолирующих слоев. Значительное внимание уделено конкретным техническим применениям: микроэлектронным устройствам на основе соединений $A^{III}B^V$, полупроводниковым лазерам и фотодетекторам. Обсуждаются методы исследования и контроля поверхности и границ раздела, созданных с помощью МЛЭ. Выполнено критическое сравнение МЛЭ с другими способами получения полупроводниковых структур. Рассмотрены основные направления развития МЛЭ.