

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

## НОВЫЕ КНИГИ ПО ПОЛУПРОВОДНИКАМ

Козуб В. И.

**Electronic structure of semiconductor heterojunctions / Ed. by G. Margaritondo. Milano: Jaca Book, 1988. 366 p.**

Книга представляет собой сборник репринтов ряда классических статей в области физики полупроводниковых гетероконтактов, принадлежащих ведущим специалистам в указанной области. Дано общее введение, освещающее применение гетероконтактов, ограничения упрощенных моделей, общие теории формирования зонного профиля, эмпирические соображения. Описаны результаты экспериментов на гетероконтактах, выращивание микроструктур с помощью метода молекулярно-пучковой эпитаксии, развитие исследований в области сверхрешеток и квантовых ям, свойства варизонных материалов, резонансное туннелирование через двойные барьеры. Проанализированы физика поверхностей раздела, внутренняя фотоэмиссия в гетероструктурах GaAs/AlGaAs, локализация носителей в очень тонких гетероструктурах AlGaAs—GaAs—AlGaAs, модель эффективной функции работы выхода для барьеров Шоттки. Обсуждаются модели гетероконтактов с дефектами, параболические квантовые ямы в системе GaAs—AlGaAs, элементарная теория гетероконтактов, связь барьера Шоттки с континуумом состояний в запрещенной зоне, теория сильной связи для определения зонного профиля. Рассмотрены энергетический барьер и состояния в области границ раздела, деформационный потенциал в области гетероструктур, электронная структура (110) Ge—ZnSe, теория зонного профиля в области поверхностей раздела. Исследовались явления в области границ раздела, зависимость зонного спектра сверхрешеток InAs—GaSb от давления, возможности перестройки зонного профиля с помощью введения дипольных слоев в области поверхностей раздела и др.

**III—V semiconductor materials and devices (Materials processing — theory and practics. V. 7). Amsterdam, etc.: North Holland, 1989. 728 p.**

В книге, написанной рядом ведущих специалистов, изложены различные вопросы, относящиеся к исследованию и применению материалов A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>. Описаны получение соединений A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> методом выращивания в расплаве при низких и высоких давлениях с помощью помещения в капсулу, а также горизонтального роста и характеристики кристаллов, полученных указанными методами, в том числе электрические и структурные свойства. Освещена жидкофазная эпитаксия слоев GaAs—AlGaAs (параметры роста, фазовые диаграммы, используемые материалы), а также GaInAsP; анализируются различные специальные случаи (InP, GaInAs, выращивание высокоомных материалов, быстрый рост, многослойные структуры и др.). Представлена эпитаксия соединений A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> из газовой фазы, в том числе основные параметры системы и используемые процессы. Подробно обсуждается металлоорганическое химическое осаждение из газовой фазы: основные реакции, выращивание структур

AlAs—GaAs, систем InGaAsP и других структур (HgCdTe, GaP, GaSb), а также гетероструктур. Значительное место отведено молекулярно-пучковой эпитаксии. Дан исторический обзор; разбираются общие характеристики метода, компоненты и их функции, процессы роста соединений GaAs и их характеристики, рост и свойства иных структур. Изучены проблемы ионной имплантации в соединениях  $A^{III}B^V$ , в частности общие характеристики, параметры, влияющие на конечный результат, случаи примесей *n*- и *p*-типа, создание слоев с высоким сопротивлением. Специальная глава посвящена характеристике материалов  $A^{III}B^V$ : оптическим методам (спектроскопия высокого разрешения, определение мелких уровней и др.), электрическим методам (эффект Холла, магнитосопротивление, емкостная спектроскопия глубоких уровней), характеристике устройств. Особое внимание уделено устройствам из материалов  $A^{III}B^V$ . Последовательно рассмотрены основные используемые физические принципы (гетероконтакты, квантовые ямы и др.), диоды, биполярные и полевые транзисторы, интегральные схемы, оптоэлектронные устройства и др. Книга содержит исключительно богатую библиографию (около 2000 наименований).

Нестеренко Б. А., Ляпин В. Г. Фазовые переходы на свободных гранях и межфазных границах в полупроводниках. Киев: Наукова думка, 1990. 152 с.

В книге освещены вопросы изменения атомного строения и электронных свойств поверхности, а также межфазных границ в полупроводниках при различных полиморфных превращениях. Представлена методика экспериментального изучения структурных фазовых переходов на поверхности полупроводников (объект исследований, методика получения поверхности и контроля ее состава, методы наблюдения структурных фазовых переходов). Изложены современные представления об атомном строении и электронных свойствах граней Si и Ge, а также о полиморфизме поверхностных решеток. Описаны колебательные и диффузионные процессы на поверхности (колебательные спектры атомов, тепловое расширение, фононный спектр и т. д.). Приведены теоретические соображения и экспериментальные данные, относящиеся к поверхностному плавлению (фазовый переход типа порядок—беспорядок). Изучается влияние внешних воздействий на поверхностные фазовые переходы (в том числе влияние лазерного излучения, механических напряжений, внешнего электрического поля, роль адсорбированных примесей). Разбираются структурные фазовые переходы на гранях (110) и (100) Si. Рассмотрены структурные фазовые переходы в металлических пленках, адсорбированных на кремнии и германии, и их роль в формировании электронных характеристик границы металл—полупроводник. Специальная глава посвящена электронным фазовым переходам на поверхности полупроводника. Рассмотрена роль электронной корреляции в образовании поверхностных структур, а также общий подход к классификации самосогласованных решений, основанный на соображениях симметрии.

Экситоны и биекситоны в размерно-ограниченных системах. Кишинев: Штиинца, 1990. 184 с.

Сборник оригинальных работ посвящен различным вопросам, связанным со свойствами экситонных и биекситонных систем в размерно-квантованных структурах. Описаны когерентные возбуждения поляритонных волн в объемно-ограниченном кристалле, нелинейная ютация и перенормировка спектра в системе когерентных поляритонов и биекситонов и нелинейные временные структуры при двухфотонных переходах в режиме лазерной генерации. Обсуждаются нелинейные оптические явления в квантовых ямах на основе ZnSe, нелинейные *p*-поляризованные и *s*-поляризованные поверхностные волны при наличии экситон-фотонного взаимодействия и конверсии экситонов в биекситоны, а также дисперсия экситонных поляритонов при больших уровнях возбуждения. Рассмотрены оптические функции кристалла при учете переходов в экситонной области спектра и в области *M*-полосы, расщепление ДНК никоскудными лазерными импульсами и кинетика поляритонов большой плотности.

Кислый П. С., Неронов В. А., Прихна Т. А., Бевза Ю. В. Бориды алюминия. Киев: Наукова думка, 1990. 192 с.

В книге обобщаются данные по получению, структуре и свойствам боридов алюминия (БА), которые являются перспективными полупроводниковыми материалами. Представлены данные о кристаллохимии БА (фазовые диаграммы алюминий—бор, кристаллическая структура и морфология, химические связи). Описан синтез БА, причем особое внимание уделено синтезу монокристаллов. Подробно обсуждаются свойства БА: тепловые и термодинамические характеристики, электрические, оптические и магнитные свойства (в том числе зависимости электропроводности от температуры, ВАХ, термоэдс, фотоэффект и фотопроводимость, поглощение света), механические параметры, а также взаимодействие  $\text{H}_3\text{C}_2\text{V}_{48}$  с медью и ее сплавами. Рассмотрены поликристаллические модификации БА и гетерофазные материалы на основе БА.

Transport, correlation and structural defects — Advances in disordered semiconductors. V. 3 / Ed. by H. Fritzsche. Singapore, etc.: World Scientific, 1990. 304 p.

Книга содержит обзор новых идей в области структурных и транспортных свойств неупорядоченных полупроводников. В первой части обсуждаются локальные структуры связей в аморфных и стеклообразных полупроводниках. Изложена общая модель структуры аморфных полупроводников. Освещены «выжигание дыр» в системе примесных колебательных мод в халькогенидных стеклах при воздействии ИК накачки, водородные комплексы в аморфном кремнии. Анализируются термически индуцированные метастабильные процессы в аморфном гидрогенизированном кремнии, причем предложена флуктуационная модель этого материала. Во второй части рассмотрены явления переноса и рекомбинации. Изучена прыжковая фотопроводимость в аморфных полупроводниках; особое внимание уделено температурной зависимости, а также зависимостям от электрического поля и частоты. Представлены результаты, относящиеся к оптически возбужденным локализованным электронам и фотопроводимости в неупорядоченных полупроводниках, к туннельной рекомбинации в неупорядоченных полупроводниках типа германия, к аномальному прыжковому переносу в  $p\text{-GaSb}$ , а также к транспортным явлениям в релаксационном режиме.

Gallium arsenide and related compounds 1989. Proceedings of the XVI<sup>th</sup> International symposium on gallium arsenide and related compounds. Karuizawa, Japan, 25—29 September, 1989 / Ed. by T. Ikoma, H. Watanabe. Institute of Physics Conference Series. Number 103. Institute of Physics, Bristol, etc.: 1990. 924 p.

Книга содержит материалы 16-го Международного симпозиума по вопросам, относящимся к арсениду галлия и сопутствующим соединениям. Освещены общие перспективы применения материалов  $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ , а также проблемы создания лазерных диодов с малым порогом. Изложены результаты, относящиеся к объемным кристаллам: зависимость решеточных свойств от состава, методы изготовления (эпитаксия, легирование и др.), а также влияние примесей. Разбираются проблемы послойной эпитаксии и металлоорганической эпитаксии из газовой фазы (поверхностная морфология, некоторые технические аспекты, выращивание различных структур). Специальная глава посвящена молекулярно-пучковой эпитаксии и эпитаксиальному росту (проблема легирования, характеристика, некоторые конкретные структуры и др.). Подробно изучена структура уровней примесей и дефектов (спектры фотолюминесценции, данные нестационарной спектроскопии глубоких уровней, спектроскопия фотопроводимости; значительное внимание уделено  $\text{DX}$ -центрам). Анализируются свойства гетероструктур и границ раздела: особенности зонной структуры, оптические свойства, поверхностные состояния, зависимость от упругих напряжений и т. д. Представлены различные методы характеристики: локальная спектроскопия колебательных мод,

фотолюминесцентные измерения, холловские измерения, визуализация токовых шнуров в условиях пробоя. Разбираются некоторые технологические методы обработки материалов: быстрый термический отжиг, ионная имплантация, пассивация примесей, создание электрических контактов. Значительное место отведено конкретным устройствам, в том числе быстродействующим и высокочастотным устройствам (транзисторы с высокой подвижностью, полевые транзисторы с изолированным затвором на основе гетероструктур, системы с модулированным легированием, транзисторы с горячими электронами и др.) и оптическим устройствам (ИК детекторы, лазеры, электролюминесцентные устройства и т. д.). Экспериментально и теоретически исследованы эффекты резонансного туннелирования и квантовые размерные эффекты. Рассмотрены некоторые последние достижения: гетероструктуры с большой площадью, оптические данные о концентрации примесей, молекулярно-пучковая эпитаксия с использованием лазера и ряд конкретных новых устройств.

**Асеев А. Л., Федина Л. И., Хезль Д., Барч Х. Скопления междоузельных атомов в кремнии и германии. Новосибирск: Наука, 1991. 149 с.**

В книге освещены различные вопросы, относящиеся к скоплениям междоузельных атомов в кремнии и германии, причем основное внимание уделяется результатам изучения структуры скоплений, процессов их образования и роста. Изложены данные о скоплениях междоузельных атомов в метастабильных конфигурациях. Разбираются структуры стержнеобразных и  $\{111\}$ -дефектов [по данным высокоразрешающей электронной микроскопии (ВЭМ)], а также различные модели  $\{113\}$ -дефектов. Описаны образование и рост  $\{113\}$ -дефектов при облучении электронами в условиях высоковольтной электронной микроскопии. Обсуждаются теория скоростей квазихимических реакций, роль электрически неактивных примесей, влияние упругой деформации, кинетика роста  $\{113\}$ -дефектов и подвижность точечных дефектов, роль аннигиляции вакансионно-междоузельных пар, формирование скоплений междоузельных атомов в сильно легированных кристаллах. Анализируются скопления междоузельных атомов, возникающих при облучении легкими ионами, а также сокращение размеров и исчезновение  $\{113\}$ -дефектов при электронном облучении. Значительное место отведено скоплениям междоузельных атомов в виде дефектов дислокационного типа. Рассмотрены дефекты упаковки окисления в кремнии, взаимодействие точечных дефектов с дислокациями при электронном облучении в ВЭМ и возникновение дислокационных петель при ионной имплантации в кремнии.