

019.941:539.238

ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ ПЛЕНКИ

Л. С. Палатник, И. И. Папилов. Эпитаксиальные пленки, М., «Наука», 1971, 480 стр.

Развитие тонкопленочной технологии в микроэлектронике, квантовой электронике, вычислительной технике является яркой иллюстрацией зависимости технического процесса от фундаментальных исследований в области роста кристаллов и последующего проявления обратной связи, когда определившееся прикладное значение эпитаксиальной технологии обусловило дальнейший прогресс фундаментальных исследований механизма образования, роста и свойств тонких пленок.

15 лет тому назад лишь немногие специалисты могли предположить, что результаты довольно отвлеченных научных работ по эпитаксиальному росту кристаллов получат широкое техническое применение. Но и они не предвидели, что развитие тонкопленочной технологии будет происходить столь быстрыми темпами и в таких масштабах, какие мы наблюдаем в настоящее время.

Принято считать, что история технического использования эпитаксиальных пленок в интегральных схемах начинается с 1960 г., однако идеи создания переходов на основе тонких монокристаллических пленок полупроводников, как справедливо указывают авторы рецензируемой монографии, были высказаны в начале пятидесятых годов, причем значительный вклад в эту область физики и технологии тонких пленок внесли советские ученые. За прошедшее десятилетие опубликовано свыше полутора тысяч работ, посвященных изучению структуры, свойств и технических характеристик тонких пленок.

Однако до сих пор не предпринимались попытки обобщить и осмыслить в серьезной монографии весь этот огромный фактический материал. Причина этого отчасти понятна: слишком велик риск, что монография, посвященная такой бурно развивающейся области, как физика и техника эпитаксиальных пленок, устареет прежде, чем выйдет в свет.

Появление книги Л. С. Палатника и И. И. Папирова «Эпитаксиальные пленки» является поэтому событием примечательным, и мы не сомневаемся, что эта монография привлечет к себе внимание широких кругов специалистов, интересующихся кристаллофизикой и технологией выращивания тонких пленок. Книгу следует рассматривать как продолжение изданной этими же авторами в 1964 г. монографии «Ориентированная кристаллизация», посвященной анализу основных закономерностей эпитаксии и описанию конкретных видов ориентированной кристаллизации. Как и ранее, в книгу включены результаты собственных исследований авторов и учеников проф. Л. С. Палатника (I и V главы).

Монография «Эпитаксиальные пленки» имеет объем 30 печ. листов, состоит из введения и пяти глав.

В первой главе дан анализ новых исследований по вопросам образования и роста кристаллических зародышей в условиях гетерогенной кристаллизации. Описаны теоретические представления о механизме образования зародышей на кристаллических поверхностях, даны важнейшие аналитические выражения, характеризующие закономерности этого процесса. Приведены наиболее интересные результаты экспериментальных исследований начальных стадий образования эпитаксиальных пленок и характера соответствия решеток при эпитаксии. Значительное место уделено возможным механизмам образования дефектов, которые, как известно, оказывают влияние на свойства эпитаксиальных пленок.

Две следующие главы посвящены эпитаксиальным пленкам кремния и германия. Проведена систематизация различных способов наращивания, описаны достоинства и недостатки используемых методик, кинетика и механизм осаждения из газовой фазы, эпитаксия при конденсации в вакууме, легирование и автолегирование пленок, а также освещены вопросы, связанные со структурным совершенством пленок. Меньшее внимание уделено технике выращивания и конструкциям установок. В некоторой мере это компенсируется тем, что вопросы, связанные с технологией наращивания эпитаксиальных пленок, ранее уже обсуждались в литературе (см., например, «Кристаллизация из газовой фазы», М., «Мир», 1965; «Основы технологии кремниевых интегральных схем», М., «Мир», 1969).

В этих двух главах авторы уделяют больше внимания структуре и особенностям формирования пленок кремния и германия при использовании различных методов, в то время как свойства пленок рассмотрены менее подробно.

В четвертой главе описано выращивание эпитаксиальных пленок полупроводниковых соединений из газовой и жидкой фазы. Дан сравнительный анализ разных способов кристаллизации из газовой фазы и выращивания структурно совершенных пленок высокой чистоты.

Отметим, однако, что вопросам жидкостной эпитаксии уделено в общей сложности всего несколько страниц, что, конечно, не соответствует степени значимости этого метода на современном этапе технологии полупроводниковых эпитаксиальных пленок и гетеропереходов.

В заключительной пятой главе рассмотрена кристаллизация пленок соединений групп $A^{II}B^{VI}$, $A^{IV}B^{VI}$ и $A^{III}B^{V}$ из паровой фазы в вакууме.

Здесь наряду с особенностями кристаллизации и структуры пленок подробно описаны их кристаллофизические характеристики.

В отличие от предыдущей книги, в рецензируемой монографии дана корреляция некоторых результатов экспериментальных работ с теорией гетерогенного наращивания, отражены важнейшие проблемы эпитаксиальной кристаллизации.

В книге впервые систематизированы и обобщены результаты более чем тысячи оригинальных работ. Условия эпитаксиального наращивания пленок различных веществ представлены в виде обширных таблиц, которые следует рассматривать как удобный справочный материал. К сожалению, в отдельных случаях содержащиеся в таблицах сведения, заимствованные из разных работ, существенно отличаются между собой, а оптимальные условия наращивания указаны далеко не всегда.

Архитектонику книги, в частности, деление материала на главы, разделы, подразделы и пункты следует признать удачной, так как она обеспечивает достаточно легкое отыскание необходимой информации, несмотря на отсутствие предметного указателя.

В целом рецензируемая монография написана на высоком научном уровне и отличается конкретностью и сжатостью формы изложения материала.

Издание новой монографии Л. С. Палатника и И. И. Папирова «Эпитаксиальные пленки» с интересом встречено физиками и инженерами, работающими в области тонкопленочной электроники и технологии полупроводниковых материалов. Для многих она станет настольной книгой

В. Н. Маслов

ДИФФУЗИЯ В КРИСТАЛЛАХ

Я. Е. Гегузин. Очерки о диффузии в кристаллах. Научно-популярная серия, М., «Наука», 1970, 180 стр.

Изложению физических основ диффузионных процессов в твердых телах и связанных с ними явлений посвящен ряд специальных монографий. Однако до сих пор никто не пытался изложить эти вопросы в популярной форме, доступной широкому кругу читателей. Такую задачу взял на себя профессор Харьковского государственного университета Я. Е. Гегузин — известный специалист в области исследований диффузионных явлений в твердых телах. Вышедшая недавно его книга «Очерки о диффузии в кристаллах» является большой удачей автора. Его книга не только популярное изложение сложных физических явлений, но изложение остроумное и увлекательное. Книга посвящена памяти нашего замечательного физика Якова Ильича Френкеля, создателя основ современной теории диффузии в твердых телах. Во «Введении» автор кратко, но вышукло характеризует роль Я. И. Френкеля, его идей в рассматриваемой области физики.

Книга написана в виде ряда очерков, в каждом из которых изложены отдельные вопросы, касающиеся механизма диффузионного перемещения атомов и ионов в кристаллах. В некоторых из очерков описываются явления, обусловленные диффузией («Диффузионная ползучесть кристаллов», «Спекание порошков», «Диффузионное движение включений»). Автору удалось почти каждый из рассматриваемых вопросов иллюстрировать наглядными и остроумными примерами и рисунками. Остроумно и интригующе подобраны и заголовки отдельных глав-очерков и параграфов («Беспорядок, который порядку необходим», «Бесцельная самодиффузия», «События вблизи плотины», «Куда уходит пустота?» и др.).

В связи с развитием современной техники, в частности полупроводниковой техники, в последние годы сильно возрос интерес к диффузионным явлениям в твердых телах среди большого круга инженерно-технических работников и других лиц, соприкасающихся с диффузионными явлениями в твердых телах в своей производственной деятельности. Книга Я. Е. Гегузина несомненно будет прочитана ими с большим интересом и пользой. Она поможет школьникам старших классов и студентам технических вузов глубже уяснить себе физическую природу диффузионных явлений в твердых телах. А специалистам, работающим в области исследования диффузионных процессов в твердых телах, чтение «Очерков» доставит большое удовольствие, напомнив, в какой увлекательной области физики они работают.

Б. И. Болтакс