

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКБИБЛИОГРАФИЯ

548.0653(049.3)

ДИСЛОКАЦИИ В КРИСТАЛЛАХ

Dislocations in Solids. V. 2: Dislocation in Crystals/Ed. F. R. N. Nabarro.— Amsterdam; New York; Oxford, North-Holland, 1979.— 562 p.

Настоящая книга — это второй том общей пятитомной серии «Дислокации в твердых телах», которая готовится к выпуску издательством «North-Holland». Каждый из томов этой серии представляет собой сборник обзорных статей, в которых рассматриваются самые различные свойства дислокаций в твердых телах. В написании статей этого пятитомного издания принимают участие крупнейшие специалисты различных стран, широко известные в области исследования дислокаций в твердых телах. Эта серия является наиболее крупным изданием в мировой литературе последних лет, которое посвящено физике реальных твердых тел, содержащих дислокации. Обзорные статьи этих томов практически полностью охватывают все наиболее важные вопросы, связанные со свойствами дислокаций в твердых телах и влиянием их на различные физические свойства. В эти тома включены обзорные статьи по континуальной теории дислокаций, основанной на использовании линейной и нелинейной теории упругости, по решеточной теории дислокаций. Здесь же исследуется динамика движения дислокаций, включающая анализ термоактивационных механизмов движения. В ряде статей подробно обсуждаются вопросы, связанные с пластической деформацией твердых тел и различными механизмами их упрочнения. В многотомнике большое внимание уделено влиянию дислокаций на электрические свойства сверхпроводников и полупроводников, подробно анализируется влияние дислокаций на образование трещин в твердых телах. Несколько статей этой серии посвящены современному изложению кинетики роста кристаллов и общей теории дислокаций.

Рецензируемый том этой серии состоит из трех обзорных статей, которые написаны известными специалистами, плодотворно занимающимися исследованием физики кристаллов с дефектами.

В первой статье R. Bullough и V. K. Tewary анализируют различные решеточные теории дислокаций.

Микроскопическая теория дислокаций занимает особо важное место в физике дислокаций. С помощью микроскопической теории дислокаций выявляются интересные физические закономерности поведения дислокаций в кристаллах. Такие важные вопросы, как изучение диффузионных процессов в ядрах дислокаций, где велики искажения кристаллической решетки, исследование деформационных искажений в ядрах дислокаций и вблизи них, вычисление энергии ядра дислокаций требуют непосредственного микроскопического рассмотрения атомной структуры решетки кристаллов. С помощью микроскопической теории дислокаций исследуются основные механизмы элементарного движения дислокаций. Многие из этих вопросов рассмотрены в статье R. Bullough и V. K. Tewary. Здесь подробно излагается феноменологическая модель Пайерлса — Набарро, в рамках которой удается определить минимальное напряжение, необходимое для движения дислокации в плоскости скольжения.

В этой же статье анализируется модель Ван-дер-Мерве, которую используют для определения искажений атомных плоскостей вблизи краевых дислокаций. Большое внимание в этой статье уделяется исследованию с помощью моделей Пайерлса — Набарро и Ван-дер-Мерве конфигурации и энергии наклонных границ, состоящих из ряда дислокаций одного типа. Отдельный раздел этой статьи посвящен статистической и динамической теории решетки с дислокациями. Дислокации существенно искажают кристаллическую решетку твердого тела, создавая в ней дополнительные деформации. Статистическую решеточную теорию используют для определения полей смеще-

ния и энергии упругой деформации кристалла с дислокациями. Помимо деформационных искажений, дислокации вносят существенные изменения в спектр колебаний атомов в решетке. Этому вопросу посвящен следующий раздел статьи, в котором излагается динамическая теория решетки кристалла с дислокациями. Здесь наряду с исследованием общей динамики решетки с дислокациями рассматриваются также механизмы взаимодействия фононов с дислокациями. Исследование рассеяния фононов на дислокациях особенно важно для определения решеточной теплопроводности реальных кристаллов, особенно в области низких температур. В последнее время среди других методов исследования дефектов особенно большое развитие получило машинное моделирование дефектов решетки на ЭВМ. С помощью машинного моделирования удается определить многие важные характеристики дислокаций: конфигурацию ядра дислокации, активационные барьеры для диффузии точечных дефектов в ядрах и вблизи дислокаций. В последнем разделе этой статьи затрагиваются основные вопросы, связанные с моделированием дислокаций на ЭВМ. Здесь подробно обсуждаются потенциалы взаимодействия между атомами, которые обычно используют при моделировании различных кристаллических решеток, и указываются некоторые методы расчета дислокаций в реальных кристаллах. В этом разделе достаточно подробно проанализированы результаты существующих расчетов для дислокаций в меди и в железе.

Следующая статья этого тома написана S. Amelinchx; она знакомит нас со свойствами и структурой дислокаций различных определенных типов кристаллических решеток. Существующие теории дислокаций строятся в основном на основе двух подходов: дислокации рассматриваются в рамках континуальной модели и в рамках дискретной модели, учитывающей простейшую кубическую структуру решетки. Вместе с тем свойства дислокаций кристаллических структур, содержащих более одного атома в элементарной ячейке, даже в таких структурах, как объемноцентрированная и гранецентрированная кубическая решетка, имеют целый ряд новых интересных особенностей.

Хайденрейч и Шокли были первыми, кто обратил внимание на тесную связь между определенной кристаллической структурой решетки и структурой дислокаций. Впоследствии их идеи были подтверждены экспериментально с помощью электронной микроскопии. В этой статье подробно рассмотрены типы и геометрии дислокаций в определенных типах кристаллических структур: в объемноцентрированных, в гранецентрированных и в плотноупакованных гексагональных решетках. Здесь же обсуждаются свойства дислокаций в ковалентных и ионных кристаллах, в различных упорядочивающихся сплавах и в слоистых структурах. Помимо общих свойств дислокаций этих структур, в статье рассматриваются различные модели дислокационных сеток реальных кристаллов. Кроме этого, статья содержит обширный экспериментальный материал, иллюстрирующий различные теоретические модели электронно-микроскопическим изображением дислокаций в кристаллах.

В последней обзорной статье этого тома J. W. Matthews обсуждает свойства дислокаций несоответствия. Подобные дислокации образуются в случае тесного контакта двух кристаллов, имеющих определенную ориентацию и обладающих разными параметрами кристаллической решетки. Такие же дислокации возникают на границах раздела двух фаз, и поэтому их иногда называют межфазными дислокациями. Впервые эти дислокации были рассмотрены Франком и Ван-дер-Мерве. Исследование свойств этих дислокаций имеет особенно существенное значение для выявления общих закономерностей образования и роста выделений новых фаз в кристаллах, создании пленочных покрытий с особыми свойствами и т. д. В этой статье представлен обширный обзор различных свойств дислокаций несоответствия. Здесь рассматриваются свойства экспериментально наблюдаемых когерентных границ раздела, приводятся конкретные примеры дислокаций несоответствия в различных кристаллах и обсуждаются возможные механизмы образования этих дислокаций. Интересной проблемой, которая затрагивается здесь, является влияние дислокаций несоответствия на диффузию атомов в кристаллической решетке и поведение самих дислокаций в процессе этой диффузии. Как и предыдущая статья, эта статья снабжена прекрасной серией электронно-микроскопических снимков дислокаций несоответствия в кристаллах, которые хорошо поясняют излагаемый материал.

В целом эта книга представляется интересным изданием. Она существенно углубляет наши знания о физических свойствах дислокаций в кристаллах. Книга снабжена обширной библиографией и содержит большой экспериментальный материал. Вся же пятитомная серия книг по широте и глубине представленного в них материала вполне может рассматриваться как современная энциклопедия дислокаций. Настоящая книга будет полезна физикам, специализирующимся в области исследования твердых тел.

А. И. Рязанов