

зарождением и ростом двойников или новых зёрен (при рекристаллизации или фазовом превращении).

Атомная структура ядер дислокаций, точечных и поверхностных Д. наблюдается с помощью автоионного микроскопа (см. *Ионный проектор*), методами электронной микроскопии и др. Дифракционные методы (*электронография, рентгеновский структурный анализ, нейтронография структурная*) используются для определения атомных конфигураций ядер и упругих полей Д. Ряд деталей установлен моделированием на ЭВМ.

Влияние Д. на свойства кристаллов. Д. влияют практически на все свойства кристалла. Всецело определяются ими т. н. структурно-чувствительные свойства: диффузионные явления (движение точечных Д.), пластичность (движение дислокаций и точечных Д.), разрушение (зарождение и рост трещин при объединении дислокаций), рекристаллизация, двойникование, фазовые превращения (движение межзёрновых и межфазных границ), радиационные явления (изменения свойств кристаллов под действием быстрых частиц, создающих точечные Д.), электрические, оптические и др. свойства, обусловленные взаимодействием носителей заряда с Д.

В атомной структуре аморфных твёрдых тел (стёклах, аморфных металлах и сплавах, аморфных и стеклообразных полупроводников) наблюдаются области размером $\sim a$ с аномальным взаимным расположением и плотностью атомов, обладающие собств. внутр. напряжениями, избыточным объёмом, подвижностью, т. е. рядом свойств точечных Д. и дислокаций.

Лит.: Ван Бюрен, Дефекты в кристаллах, пер. с англ., М., 1962; Дамаск А., Динс Дж., Точечные дефекты в металлах, пер. с англ., М., 1966; Хирт Дж., Лоте И., Теория дислокаций, пер. с англ., М., 1972; Келли А., Гровс Г., Кристаллография и дефекты в кристаллах, пер. с англ., М., 1974; Стунхэм А. М., Теория дефектов в твёрдых телах, пер. с англ., т. 1—2, М., 1978; Современная кристаллография, под ред. Б. К. Вайнштейна, т. 2, М., 1979, гл. 5; Орлов А. Н., Введение в теорию дефектов в кристаллах, М., 1983; Орлов А. Н., Трушин Ю. В., Энергии точечных дефектов в металлах, М., 1983.

ДЕФЕКТЫ УПАКОВКИ — ошибки в порядке чередования плотноупакованных плоскостей кристалла. Атомные структуры ряда кристаллов можно представить в виде плотных шаровых упаковок. На рис. а представлен двумерный плотноупакованный слой шаров одинакового размера; второй такой слой можно расположить над первым двойко: шары укладываются в лунках типа В (упаковки типа АВ) либо в лунках типа С (типа АС; рис., б). Третий слой можно расположить либо так, чтобы центры его шаров поменялись над центрами шаров А, либо в лунках типа С. В первом случае получим двухслойную упаковку АВ АВ..., во втором — трёхслойную АВСАВС... (4-й слой распола-

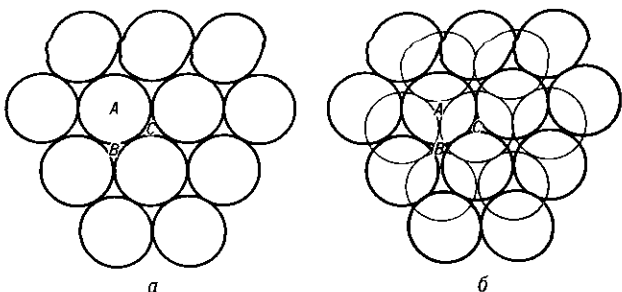


Рис. а — плотнейшая упаковка шаров в плоском слое, А — центр шара; б — два плотноупакованных слоя шаров (АС).

гается над 2-м либо над 1-м и т. д.). Первый тип упаковки реализуется в гексагональных плотноупакованных (ГПУ) структурах (Mg, Zn, α -Co), второй — в кубич. металлах (Ag, Au, β -Co) с гранцентрир. решёткой (ГЦК), а также в полупроводниках (Ge, Si, GaAs, PbS и т. д.).

В идеальных кристаллах все плотноупакованные слои (плоскости) расположены в строгом порядке, образуя периодич. последовательности. Однако в реальных кристаллах часто (особенно при пластич. деформации, фазовых переходах или в процессе роста) возникают ошибки в расположении слоёв, напр. вместо последовательности АВСАВС... может образоваться последовательность АВСВАСВ...; здесь из периодич. структуры удалена одна из плоскостей типа А, такой дефект наз. Д. у. вычитания. Обратный случай, когда в последовательность плоскостей вставляется лишняя плоскость, называется Д. у. внедрения (АВСА↑С↑ВАСВ...) или двойным Д. у. (можно считать, что изъято две плоскости). В гексагональной двухслойной упаковке простой Д. у. выглядит как АВА↑САВ..., двойной Д. у. — как АВА↑С↑ВСВ...

Д. у. могут образоваться в результате неоднородного распределения вакансий (Д. у. вычитания) либо межузельных атомов (Д. у. внедрения). В этих случаях Д. у. не выходят на боковую поверхность кристалла, а обрываются внутри его. При этом края Д. у. образуют линейные дефекты, наз. частичными дислокациями. Д. у. вычитания может образоваться и при сдвиге одной части кристалла (напр., верхней) относительно нижней. Действительно, если все атомы (типа В) верх. слоя (и всех вышележащих) сместятся в положение С, то вместо последовательности АВСАВС АВС... получим АВСАВСА↑САВС... (при перемещении слоя В в положение С расположенные на нём слои также перемещаются: С — А; А — В). Для получения двойного Д. у. необходимо произвести 2 последоват. сдвига:



Так образуются Д. у. в процессе пластич. деформации и при фазовых превращениях.

При образовании Д. у. в кристаллах как бы возникают области не свойственной им структуры. Так, в случае Д. у. вычитания АВС↑ВАСВ... в кубич. кристалле оказываются 4 слоя (ВСВС), уложенных по закону

| Вещество | Al | Fe ₃ Al | Co | Ni | Cu | Cu ₂ Zn | Ag | Si | Графит | AlN |
|------------------------|-----|--------------------|----|-----|----|--------------------|----|-------|--------|-----|
| ε, эрг/см ² | 170 | 500 | 20 | 150 | 40 | 7 | 25 | 40—50 | 0,51 | 4 |

гексагональной упаковки. Это приводит к увеличению энергии кристалла на небольшую величину, наз. энергией Д. у. Очевидно, что чем меньше энергия ε Д. у., тем больше вероятность их образования (табл.).

Д. у. тесно связаны с двойникованием кристалла. Так, если Д. у. образуются между каждой парой плоскостей в одной из половин ГЦК-кристалла, то это эквивалентно образованию пары двойников с плоскостью двойникования, проходящей, напр., по слою С: АВСАВСВАСВАС. Простой Д. у. вычитания можно рассматривать как пару параллельных и прилегающих плоскостей двойникования АВСАВС↑ВАСВАС..., представляющих собой двойниковую прослойку мин. толщины. Д. у. дают на электронных микрофотографиях характерный контраст в виде чётких прямолинейных полос (если они нормальны к поверхности фольги) либо в виде светлых (Д. у. вычитания) или тёмных (Д. у. внедрения) пятен.

Лит.: Рид В., Дислокации в кристаллах, пер. с англ., М., 1957; Ван Бюрен, Дефекты в кристаллах, пер. с англ., М., 1962; Фридель Ж., Дислокации, пер. с англ., М., 1967; Современная кристаллография, под ред. Б. К. Вайнштейна, т. 2, М., 1979, гл. 5.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ — нормальные колебания многоатомных молекул, осн. вклад в к-рые вносят деформации валентных углов. Д. к. органич.