

тельность плотноупакованных плоскостей можно записать так: ABCABC... В ГПУ-кристалле последовательность другая — ABABAB...

На рис. 3.31 показано расположение атомов в одной из плоскостей (111). Если произвести сдвиг верхнего слоя (на рисунке он не изображен) на расстояние AA, то атомы вышележащей плоскости попадут из лунки A снова в лунку A, т. е. после смещения структура вдоль плоскости скольжения восстанавливается. Такой сдвиг соответствует образованию единичной дислокации с вектором Бюргерса  $\vec{b}_1$ . Если же произвести сдвиг верхней плоскости относительно нижней на вектор  $\vec{b}_2$  или  $\vec{b}_3$ , то атомы из лунки A попадут в лунку C или из C в A. При этом нарушается порядок чередования плоскостей (111). Вместо обычной последовательности ABCABC... возникает последовательность... ABCABABCABC... Таким образом, в ГЦК-структуре возникает тонкая прослойка гексагональной плотной упаковки ГПУ. Это и есть дефект упаковки. Края дефекта упаковки представляют собой частичные дислокации.

В ГЦК-решетке дефекты упаковки можно образовать не только путем скольжения. Можно, например, удалить плотно упакованный слой за счет диффузии вакансий на этот слой, а затем сомкнуть соседние слои. Так, после удаления слоя B последовательность будет ...ABCACABC... Такой дефект получил название *дефекта упаковки вычитания*. Его можно считать слоем CACA гексагональной плотноупакованной структуры.

Можно, наоборот, в результате диффузии междоузельных атомов ввести лишний слой в промежуток между соседними слоями. Тогда при введении, например, слоя B сформируется упаковка ...ABCBAABC... Этот дефект называют *дефектом упаковки внедрения*. Его можно рассматривать как две смежные двойниковые границы BCB и BAB.

### 3.14. ГРАНИЦЫ ЗЕРЕН

Поликристаллы состоят из большого числа мелких монокристаллических зерен, разделенных некоторыми зонами перехода, получившими название *границ зерен*. Граница зерна представляет собой поверхность между двумя монокристаллами различной ориентации, примыкающими друг к другу таким образом, что отсутствует нарушение сплошности вещества. Долгое время считалось, что это аморфный слой толщиной в несколько десятков нанометров. Однако к настоящему времени надежно установлено, что ширина области «плохого» материала на границе между зернами не превышает одного-двух межатомных расстояний.

Бюргерсом было высказано предположение, что границы

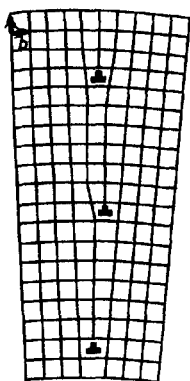


Рис. 3.32. Граница зерен с малым углом разориентации

зерен с малым углом разориентировки состоят из совокупности дислокаций. Схематически малоугловая граница, разделяющая два зерна, изображена на рис. 3.32. Многочисленные экспериментальные исследования подтверждают дислокационный характер границ. Из рис. 3.32 видно, что малоугловая граница разделяет монокристаллические зерна, ориентация которых незначительно отличается. В реальных кристаллах угол разориентировки колеблется от нескольких угловых секунд до 3—5°. Угол разориентировки связан с вектором  $\vec{b}$  краевых дислокаций и расстоянием  $D$  между ними соотношением

$$\operatorname{tg} \theta \approx \theta = \frac{b}{D}. \quad (3.53)$$

Границы зерен оказывают существенное влияние на многие свойства кристаллов, в частности на электропроводность, поглощение ультразвука, оптические свойства и т. д. Наличие границ приводит к тому, что в поликристаллах коэффициент диффузии примесей значительно больше, чем в монокристаллах.

## ГЛАВА 4

### МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

#### 4.1. НАПРЯЖЕННОЕ И ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

*Механические свойства твердого тела отражают его реакцию на воздействие некоторых внешних факторов.* В простейшем случае такими внешними факторами являются механические воздействия: сжатие, растяжение, изгиб, удар, кручение. Кроме механических существуют тепловые, магнитные, электрические и другие воздействия.

Механические свойства определяются, в первую очередь, силами связи, действующими между атомами или молекулами, составляющими твердое тело.

Современная наука и техника непрерывно предъявляют повышенные требования к механическим свойствам твердых тел. Например, широкое использование металлов во всех отраслях