Кристалдардағы дислокациялық ақаулар және олардың энергетикасы

- Қатты дене химиясы және материалтану
- Дәрістің мақсаты: дислокациялардың құрылымын, қозғалысын және энергиясын түсіндіру.

Кристалдық тордың ақаулары

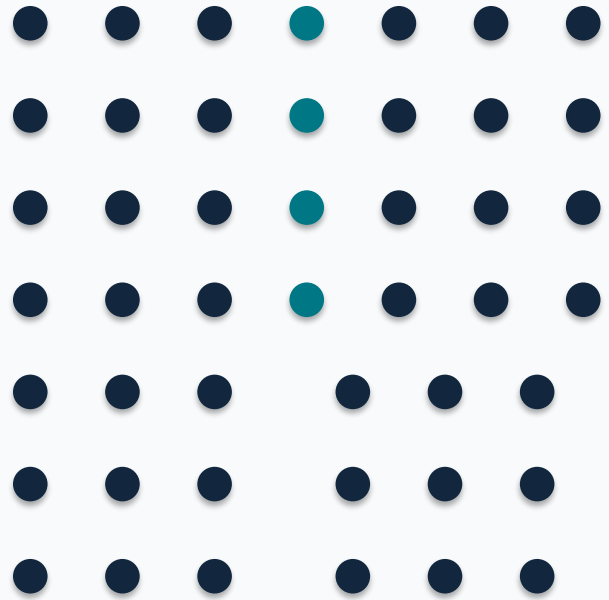
- Нүктелік ақаулар: вакансиялар, түйінаралық атомдар.
- Сызықтық ақаулар: дислокациялар.
- Беттік ақаулар: түйіршік шекаралары, егіздену шекаралары.
- Көлемдік ақаулар: қуыстар, жарықшақтар, қосындылар.

Дислокация ұғымы

- Дислокация — кристалдық тордағы сызықтық ақау.
- Ақау маңында атомдардың тепе-теңдік орналасуы бұзылады.
- Негізгі түрлері: шеттік, бұрандалық және аралас дислокациялар.
- Дислокациялар пластикалық деформацияның негізгі тасымалдаушылары.

Шеттік дислокация

- Кристалда қосымша атомдық жарты жазықтықтың пайда болуымен сипатталады.
- Жарты жазықтықтың шеті дислокация сызығын құрайды.
- Бюргерс векторы дислокация сызығына перпендикуляр: $b \perp l$.
- Жарты жазықтық үстінде сығылу, астында созылу кернеуі пайда болады.



Қосымша жарты жазықтық (сызба)

Бұрандалық дислокация

- Кристалл бөліктерінің ығысуынан атомдық жазықтықтар бұранда тәрізді орналасады.
- Бюргерс векторы дислокация сызығына параллель: $b \parallel l$.
- Бұрандалық дислокация қолайлы сырғу жазықтықтары арасында ауыса алады.
- Оның айналасында ығысу кернеулері қалыптасады.

Аралас дислокация және Бюргерс векторы

- Аралас дислокация шеттік және бұрандалық компоненттерден тұрады.
- Бюргерс векторы тордың орын ауыстыру шамасы мен бағытын сипаттайды.
- Бюргерс контурының тұйықталмау векторы арқылы анықталады (таңдалған таңба келісіміне сәйкес).
- b векторының мәні кристалдық тор геометриясына тәуелді.

Дислокациялардың қозғалысы

- Сырғу — дислокацияның сырғу жазықтығында ығысу кернеуі әсерінен орын ауыстыруы.
- Өрмелеу — шеттік дислокацияның сырғу жазықтығынан тыс қозғалысы.
- Өрмелеу вакансиялардың диффузиясымен байланысты.
- Қозғалыс температураға, кернеуге және құрылымдық кедергілерге тәуелді.

Дислокациялардың серпімді энергиясы

- Бұрандалық: $E/L = Gb^2/(4\pi) \cdot \ln(R/r_0)$
- Шеттік: $E/L = Gb^2/[4\pi(1-\nu)] \cdot \ln(R/r_0)$
- G — ығысу модулі; b — Бюргерс векторының модулі; ν — Пуассон коэффициенті.
- R — сыртқы шектеу радиусы; r_0 — өзек радиусы. Формулалар изотропты серпімді ортаға арналған.

Энергия және дислокациялардың әрекеттесуі

- Серпімді энергия Бюргерс векторының квадратына пропорционал: $E/L \propto Gb^2$.
- Бір сырғу жазықтығындағы бірдей таңбалы параллель дислокациялар тебіледі.
- Қарама-қарсы таңбалы дислокациялар тартылып, аннигиляциялануы мүмкін.
- Толық энергия серпімді өріс пен дислокация өзегінің энергиясын қамтиды.

Дислокация тығыздығы және беріктік

- $\rho = L_{жалпы}/V$, өлшем бірлігі — $м^{-2}$.
- Тейлор қатынасы: $\Delta\tau = \alpha G b \sqrt{\rho}$.
- Дислокациялар бір-бірінің қозғалысына кедергі жасап, деформациялық беріктенуді туғызады.
- Қыздыру кезінде қалпына келу және рекристалдану дислокация тығыздығын төмендетуі мүмкін.

Қорытынды және әдебиеттер

- Дислокациялар — кристалдардың пластикалық қасиеттерін анықтайтын сызықтық ақаулар.
- Дислокация энергиясы тордың серпімді қасиеттеріне және Бюргерс векторына тәуелді.
- Олардың қозғалысын басқару материал беріктігін өзгертуге мүмкіндік береді.
- Әдебиеттер: Callister & Rethwisch, Materials Science and Engineering; Hull & Bacon, Introduction to Dislocations; Hirth & Lothe, Theory of Dislocations.