ҚАТТЫ ДЕНЕ ФИЗИКАСЫ

Металдар және металл құймаларындағы вакансиялар

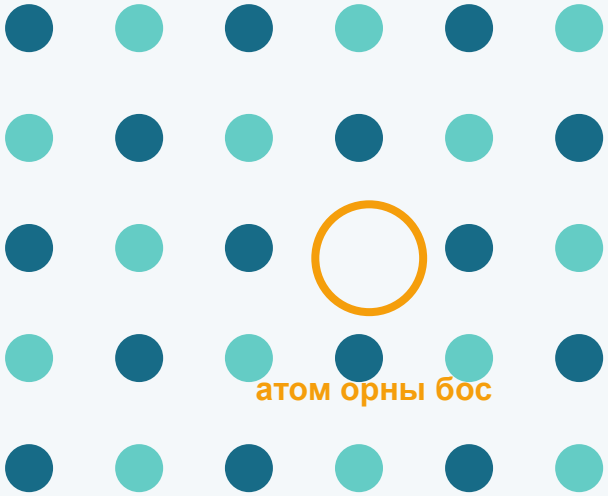
Кристалл торындағы бос орындардың түзілуі, қозғалысы және материал қасиеттеріне әсері



02

Вакансия дегеніміз не?

Нүктелік ақаудың ең қарапайым түрі



Негізгі анықтама

Кристалл торының түйінінде атомның болмауы.

Тепе-теңдік ақауы

Температура артқанда вакансия саны көбейеді.

Белгіленуі

V немесе V_m. Бір вакансия бір бос тор түйінін көрсетеді.

03

Вакансиялардың пайда болу жолдары

Термиялық және технологиялық механизмдер

Қыздыру

Атомдар жылулық тербеліс арқылы тор түйінін тастайды.

Суыту және шынықтыру

Жылдам суыту жоғары температурадағы вакансияларды сақтайды.

Деформация

Пластикалық сырғу мен дислокациялар қосымша ақаулар түзеді.

Сәулелену

Жоғары энергиялы бөлшектер атомдарды тор орнынан ығыстырады.

04

Тепе-теңдік концентрациясы

Вакансия саны температураға экспоненциалды тәуелді

$$N_v / N = \exp(-Q_v / kT)$$

N_v — вакансиялар саны
N — тор түйіндерінің саны
Q_v — вакансия түзілу энергиясы
k — Больцман тұрақтысы
T — абсолют температура

$T \uparrow$

атомдардың жылулық энергиясы артады

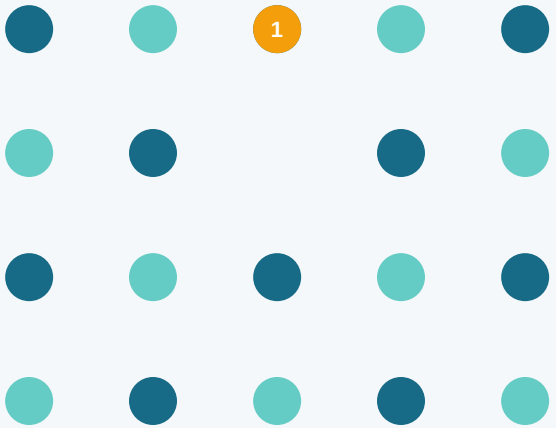
вакансия концентрациясы күрт өседі

Экспоненциалды өсу

05

Вакансиялардың қозғалысы

Көрші атом бос түйінге секіргенде вакансия қарсы бағытта орын ауыстырады



Атомдық секіру

1. Көрші атом жеткілікті энергия жинайды.

2. Атом бос тор түйініне өтеді.

3. Бос орын атомның бұрынғы орнына ауысады.

Нәтиже: диффузия

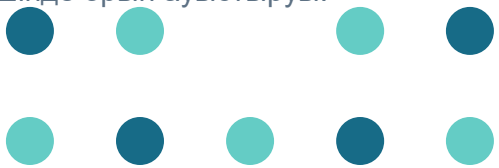
06

Өздігінен және қоспалық диффузия

Вакансиялық механизм метал атомдарының орын ауыстыруын қамтамасыз етеді

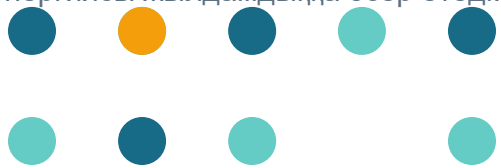
Өздігінен диффузия

Бір металдың атомдары өз кристалл торында қозғалады. Мысалы, Fe атомдарының α-Fe ішінде орын ауыстыруы.



Қоспалық диффузия

Құймадағы еріген атомдар бос орындармен алмасады. Атом өлшемі мен байланыс энергиясы жылдамдыққа әсер етеді.



$$D = D_0 \exp(-Q/kT)$$

07

Таза металдар мен құймалардағы ерекшелік

Қоспа атомдары вакансияларды тартып, олардың қозғалысын өзгерте алады

	Таза металл	Құйма
Құрамы	**Бір типті атомдар**	**Әртүрлі атомдар**
Вакансия байланысы	Салыстырмалы біркелкі	Қоспамен кешен түзуі мүмкін
Диффузия	Негізінен температураға тәуелді	Құрамға және атом өлшеміне де тәуелді
Тор бұрмалануы	Аз	Көбірек

Қоспа–вакансия кешендері қартаю және тұнба түзілу кинетикасына әсер етеді.

08

Материал қасиеттеріне әсері

Вакансиялар пайдалы да, зиянды да өзгерістер туғызады

Диффузия

Атомдардың орын ауыстыруын жылдамдатады.

Электр кедергісі

Электрондардың шашырауын арттырады.

V

Тығыздық

Атом саны азайғандықтан сәл төмендейді.

Механикалық күй

Жорғалау, қалпына келу және қуыстар түзілуіне қатысады.

09

Термиялық өңдеудегі рөлі

Вакансия мөлшерін басқару құйманың құрылымы мен қасиетін өзгертеді

1

Қыздыру

Вакансия саны өседі

2

Шынықтыру

Артық вакансиялар сақталады

3

Қартаю

Қоспа атомдары диффузияланады

4

Тұнба түзілуі

Құйма беріктенеді

Мысал: Al–Cu құймасында вакансиялар Cu атомдарының қозғалысын жеделдетіп, беріктендіруші тұнбалардың түзілуіне көмектеседі.

10

Зерттеу және бақылау әдістері

Вакансияны тікелей көру қиын, сондықтан жанама физикалық әдістер қолданылады

Позитрондық аннигиляция

Бос көлем мен вакансиялық кешендерді сезімтал анықтайды.

Электр кедергісі

Ақаулар саны өзгергенде кедергі де өзгереді.

Тығыздық өлшеу

Тор параметрі мен массалық тығыздық айырмасын салыстырады.

Калориметрия

Вакансиялардың жойылу кезіндегі жылу әсерін тіркейді.

Қорытынды

Вакансиялар метал құрылымының динамикасын анықтайтын негізгі нүктелік ақаулардың бірі

01 Температура артқан сайын вакансия концентрациясы өседі.

02 Вакансиялық секіру атомдық диффузияның басты механизмін құрайды.

03 Құйма элементтері вакансияларды байланыстырып, олардың қозғалғыштығын өзгертеді.

04 **Термиялық өңдеу вакансиялар арқылы беріктену мен құрылымдық өзгерістерді басқарады.**

Негізгі байланыс: температура • вакансия • диффузия • қасиет