

* low density ← Material ←

Material ←

Crash worthiness →

design

single crystal ← blade

micro structure stability

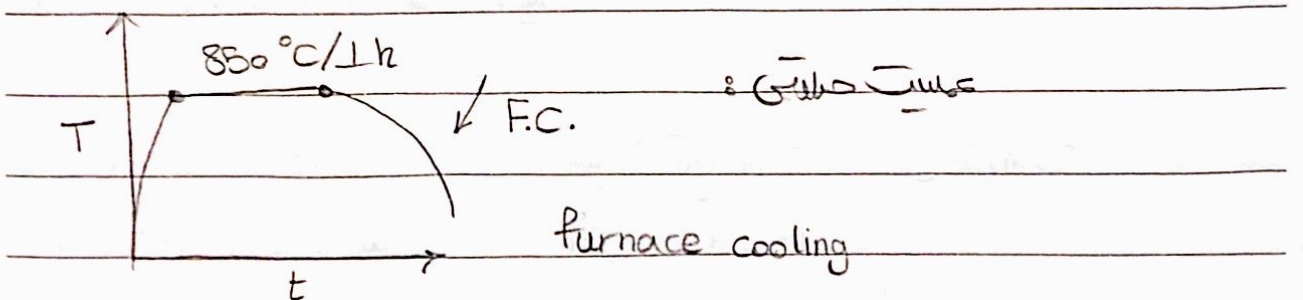
Performance → stress
 → Temp →
 → زمان

* blade

blade ←

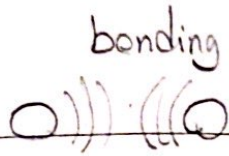
structure ←

structure & properties ←

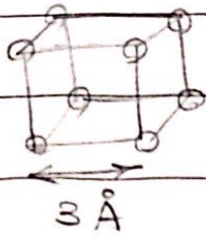


* Composition → Processing →

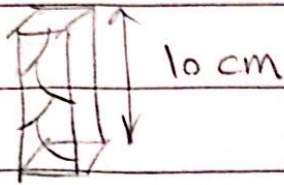
micro structure



در مقیاس Å



Crystal structure + crystal defects



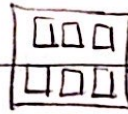
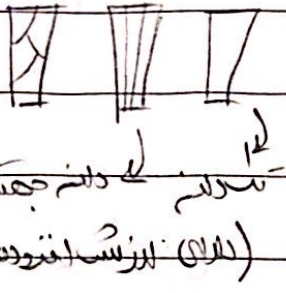
orientation → جهت
 → تغییر → عیب کریستالی
 → Feature → گسسته و ناهمگونی
 → microstructure → ساختار میکرو

* تشکیل برآید

* در یک کاربرد دمای بالا نیکل را با آهن ترکیب می دهیم، دمای ذوب آن ها به هم نزدیک

* BCC برای دمای بالا مناسب نیست

FCC دمای بالا



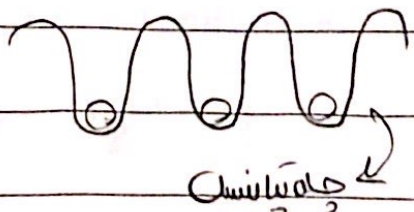
دما ۲۰۰۰

* دما به composition بست دارد
 → microstructure نیز دفاکت دارد
 → مقیاس نیکل از ساختار کریستالی
 → دمای دفاکت تابع دمای تشکیل است

* دمای ذوب تابع microstructure نیست، تابع دما و پهنای بین اتمی است

بست مقیاس atomic structure مناسب است

* دفاکت دما به تغییر دما بست دارد → دفاکت دما بست دارد



جایگاه اتم ها در دما بست دارد
 بست اتمی → تغییر دما بست دارد

* grain size و atomic bonding بست دارد

Scale Å

$$\Delta l = l \alpha \Delta T$$

ضریب انبساط حرارتی

فازهای مختلف اتم‌ها در یک کلسی از جوشش تا انجماد (لیکون / ریش انجماد)

در اکثر خالصی حرارت دارد سرد شدن

است و در پلاستیک تغییر می‌دهد.

Electrical conductivity

microstructure مرتبط است (sensitive)

است و کاملاً تسلیم با هم جفتی است و سوراخ (تغییر فرم پلاستیک) حرکت (dislocation)

در تمام خارج است، جابجایی بوجود آورده است با نیروهای متراکم مختلف.

دانه‌ها (سورتم‌ها)

دانه‌ها (سورتم‌ها)

* تنش در blade بر حسب محور blade است.

* دانه‌ها بالا می‌روند و کم و دانه‌ها پایین می‌روند و دانه‌ها با هم جفتی است.

* نحوه جفتی است و دانه‌ها با هم جفتی است structure =

* نحوه جفتی است و دانه‌ها با هم جفتی است structure =

سختی زیاد ← سایش کم

* اغلب فلزات FCC یا HCP هستند.

نقطه → پلکان غلظتی

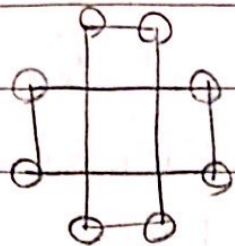
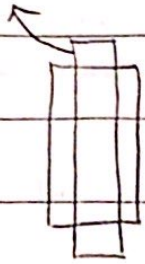
صفت انعطاف حرارتی (α) در ماده انعطاف پذیر است و microstructure بر آن

تأثیر دارد.



α با تغییر دما تغییر می‌کند.

↑ ΔT

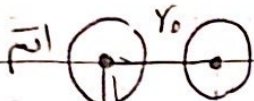


r_0
 $r_0 + dr$

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$$

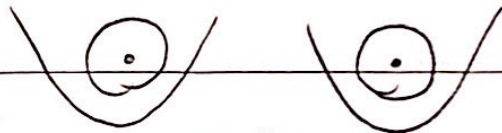
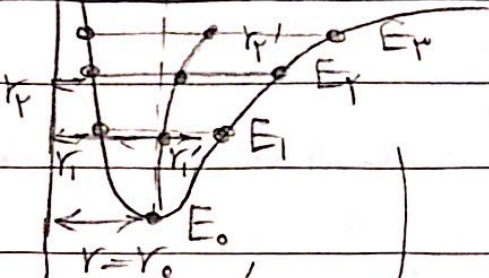
$$dr \downarrow \Rightarrow \alpha \downarrow$$

$$B.E \uparrow \Rightarrow \alpha \downarrow$$



دما: K

مشارکت
کنند

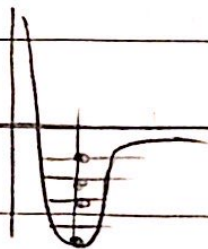


vibration

average

پوزیشن اتم ها

با افزایش دما، انرژی اتم ها افزایش می‌یابد و به سمت انرژی بالاتر می‌روند.



اگر دما تغییر نکند، دما با افزایش دما

تغییر می‌کند. صفت انعطاف حرارتی

حرارتی تغییر نمی‌کند و دما با افزایش دما

تغییر می‌کند. صفت انعطاف حرارتی

همچنین دما با تغییر دما، bonding energy

$$B.E \propto T_m$$

از نقطه جوش صفت انعطاف حرارتی

از نقطه ذوب صفت انعطاف حرارتی

$$E \uparrow \propto \downarrow$$

صفت انعطاف

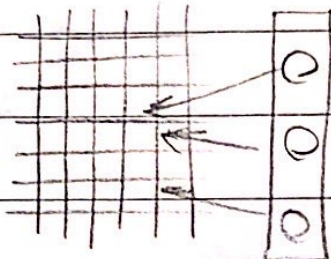
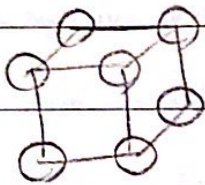
ساختار کریستالی

(نظم سه بعدی اتم ها در جامدات)

① اتم ② کریستال

کریستال : 3D long range order

همه ی بین و همه ی در کریستال ها، تکرار است.



Single Crystal

کریستال "Anisotropy" دارد.

مثلا: سرعت انتشار.

* در خواص مکانیکی هم

تفاوت هست.

* CN عدد کریستالی از اتم ها بستگی دارد و در هر CN بیشتر باشد، Stable تر است.

چون است شرایط بستگی به کریستال ساخت و به واسطه ی این شرایط ممکن است

در مواد مختلف اتم ها به این " "

* قطر، ساختار کریستالی است، بدین است و به این تغییر و تغییر می دهد.

* چنانچه به این ساختار است بیشتر در کریستال ها به واسطه ی این ساختار است.

تفاوت به اتم ها بستگی

Bulk Metallic Glass

فلز ساینده

(BMG)

تفاوت به اتم ها بستگی و تفاوت است.

تفاوت

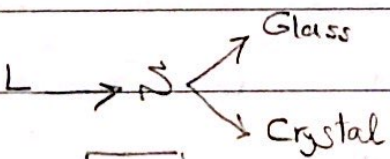
structure

اس

ساختار کریستالی

(1) N

- SC = 1
- bcc = 2
- fcc = 4
- APC = 6



(2) ارتباط با اتم ها بستگی (در ساختار)

51%

44%

74%

SC

BCC

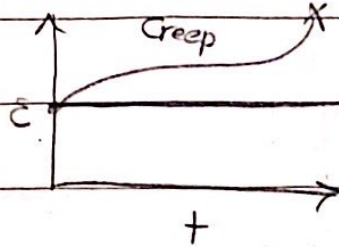
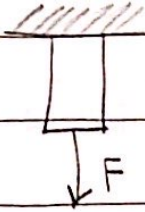
fcc, HCP

(3) APF = $\frac{N \cdot \frac{4}{3} \pi r^3}{V_u}$

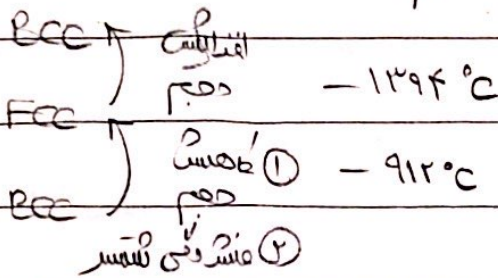
APF $\propto$ CN

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{m_{uc}}{V_{uc}} = \frac{N_{uc}}{V_{uc}} \quad \begin{matrix} \text{حزب} \\ \text{اتم} \end{matrix}$$

$$\rho_{\text{Crystal}} = \frac{N_{uc} \cdot M}{N_A \cdot V_{uc}} \rightarrow \rho_{\text{Crystal}}$$

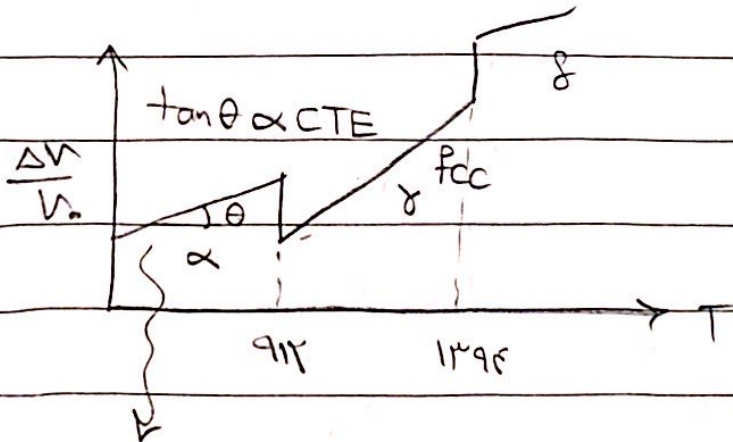


خفیت الاستوتیک
عملیات حرارتی می تواند



* در فشار و دماهای بالا آهن خالص
به آهن FCC (gamma) تبدیل
می شود که خفیت خوبی ندارد.

"Iron System"



* اگر لرزش اتمی بتوانیم انجام
دهیم، نسبت انبساط نمی شود.

- ① thermal expansion
- ② allotropic transformation

FCC $\rightarrow$ BCC $\rightarrow$ در نظر گرفتن تفاوت ابعاد

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{2V_{\text{BCC}} - V_{\text{FCC}}}{V_{\text{FCC}}}$$

* آهن به راحتی آهن می کشد اما استیل می کشد.
* استیل به قابلیت الاستوتیک و استحکام بالایی عملیات حرارتی ندارد.

صادق لواء الانسى صادق مقلدى

طبع الحاسی کتب مرآت

Melting Point $\uparrow$

زبدِ لونا
(سرافیل)

یونیت از ZrO_2 طبع حلالی

الحاجات من الفواكه والحبوب

Q. 6. (10)

* باب التَّائِبِينَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ ﷺ يَقُولُ:

FCC ← مولدزین تین //

۱. انہیں یہ آیت

۲- الفتن FCE درسی آتاق

لَمْ يَكُنْ فِي حَالٍ مُعَاوِلٍ

ساختار اتم

↑ CN C₂₂ increases

بسم الله الرحمن الرحيم

۲. لایحه دارد.

CN $\rightarrow$ 12
 $\overline{1000}$

BE

Bonding in us

والسین سے (سری) بالک تراس۔

[illegible]

directional → لَوَالِي

non directional $\rightarrow$ Usha & Giss

$$\frac{r_c}{r_a}$$

احسن الله اليها

انروی ہے ازای حجم منجمش اسود.

۲
بے بندہ اراد مسعود

↑ Packing Factor ↑ CN ←

فالتور (التي) صفت للشه
ساحتر صواد

① حتى دون بار الترمي حفظ شود.

② directionality را مظهر لیسیم.

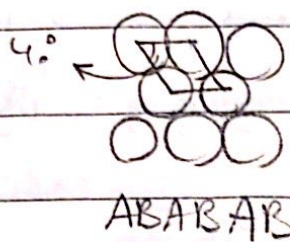
③ لا فیه لیسیم یون های هالفا صفرم سرد با جیسات مناسب

④ اتم ها در فشرده ترین حالت صحت مقدار بلور.

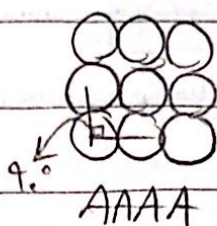
بهترین

FCC

بلا سیم



Hexagonal



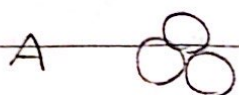
Square

* برای ساخت روستال فشرده

باز از صفحات اتمی فشرده

استاد شود.

Dislocations → خط لغزش



۲ قیاس ۱ FCC ۱ HCP

BCC ۱ قیاس ۱

قیاس ۱ و ۱/۲

FCC ۱ قیاس ۱

FCC

lattice diamond

Crystal diamond

Cubic [X]

Cubic [✓]

* و لایه را به هم چسباند و به هم فشرده سازی را طوری برقرار است.

$$EB_{anion} = EB_{cation}$$

③ point sharing

② Edge sharing

① face sharing

Defect (Distortion)
 Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection

Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection

Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection

Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection

Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection
 Defect Imperfection

به نظر می رسد با ایجاد جای خالی و شکست پیوند انرژی سیستم افزایش پیدا کند اما اینگونه نیست

در حالتی که انرژی آزاد سیستم را کاهش دهد، جذب خوبی است. در مثال و فرضیه

internal energy (G) $H = U + PV = U$ atomic bonding

شبه تعادلی واقعی فقط $\rightarrow$ جمع انرژی $\rightarrow$ جذب و پیوستگی

است چون تغییر حجم حالت تعادلی $\rightarrow$ تابع ویا وابستگی آتم $\rightarrow$ نیروی

$$G = H - TS$$

* پیوستگی از جنبه حجم تراست.

* با برابری پیوند لا منفی نمی شود. * با افزایش انرژی عمل، انرژی افزایش

می یابد

(۲) انرژی و فرضیه

(۱) انرژی حرارتی

نمای از وضعیت آتم ها و وابستگی * امانم برای آتم * حالت جذب و صاف

$\rightarrow$ تغییرات تغییرات برای انتخاب و جود دارد.

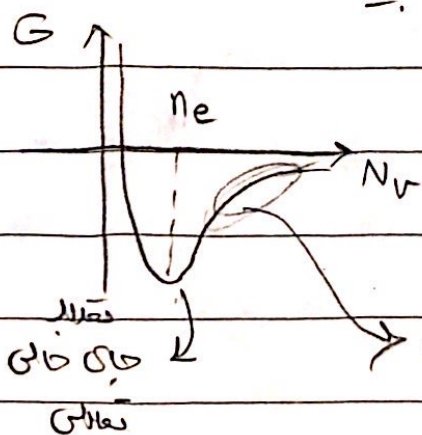
همه شش باید، انرژی سیستم است.

* در جاهای بالاتر و کمتر تغییرات

انرژی سیستم است.

Vacancy $\rightarrow$ افزایش سیستم انرژی را بالا می برد چون پیوند می شکند.

$\rightarrow$ انرژی را تغییر دهنده افزایش احتمالات، شش می کند.

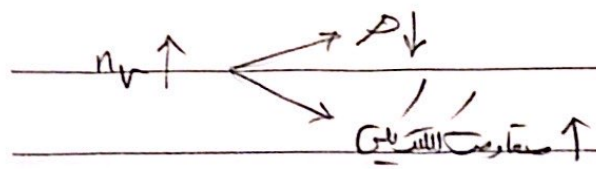


n_e $\rightarrow$ مقدار غلظت جای خالی واقعی نه انرژی

کوانتی کمینه است.

bond های شش است نیروی کشش

انرژی تعادلی خالی



از هر ۱ میلیون اتم، یکی سرجی خورده است. $T = 400^\circ C \Rightarrow \frac{n_v}{N} = 10^{-6}$

در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد، تقریباً نصف اتمها سرجی خورده است. $T = 500^\circ C \Rightarrow \frac{n_v}{N} = 10^{-5}$

در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد، $T = 600^\circ C \Rightarrow \frac{n_v}{N} = 10^{-4}$

نیاز به زمان و توان بیشتر است. $T = 700^\circ C \Rightarrow \frac{n_v}{N} = 10^{-3}$

با افزایش دما، به یونیزه شدن و به سطح نفوذ می‌کنیم.

Vacancy ها در دمای بالا هم می‌توانند نفوذ می‌کنند. انرژی آزاد ← function تعریف است.

* عیب عموماً غیر تعادلی هستند.

dislocation (اشتباهی کریستال) را به طرز قابل توجهی افزایش می‌دهد و عیب غیر تعادلی است.

* تمام defect غیر تعادلی هستند. به جز عیوب نقطه ای که برای هر کدام یک n داریم.

$\frac{n_v}{N} = 10^{-8} \quad T = 1000^\circ C$