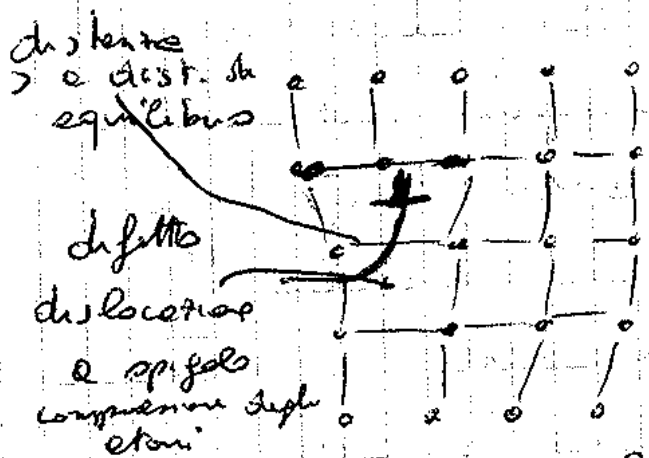


DIFETTI di LINEA e DEFORMAZ. PLASTICHE

I difetti di linea sono intesi ai singoli piani cristallini e sono detti dislocazioni (e spigolo o a vite).

Vicino al difetto si ha che la distanza tra gli atomi è maggiore (disl. e spigolo)



Si può aumentare il no di difetti fornendo energia -
Le dislocazioni si possono vedere con

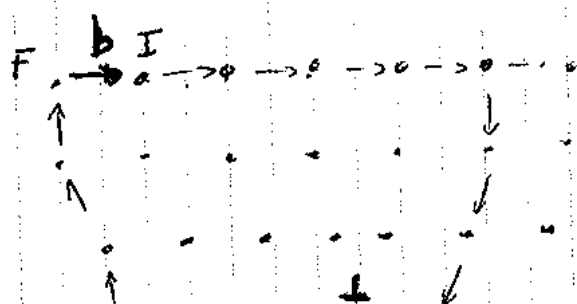
un microscopio elettronico.

Le dislocazioni possono anche diminuire, se è attivo le condizioni perché il metallo ^{possa fare} ~~si~~ ^{mettibile} la trasformazione. Processo di ricristallizzazione. Come si fornisce l'energia di attivazione.

Il reticolo viene distorto

le linee di dislocazione e indicate \perp

Lo stato di distorsione è dato dal vettore di Burger.

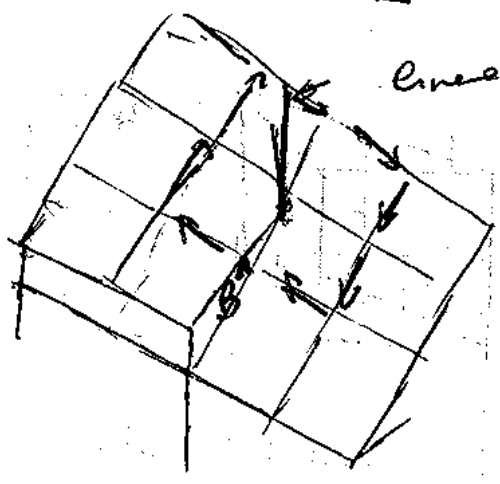


facile in un caso
utro alle linee di
dislocazione.

Il vettore di burger è il ^{vettore} punto che unisce il punto da cui terminano il uolo e quello a cui lo iniziano

Stress: compression nelle parte alto tensione nelle parte basso.

Dislocazioni a vite



linea di dislocazione a vite

Il vettore di Burger // alla linea di dislocazione.

~~Le linee di dislocazione~~

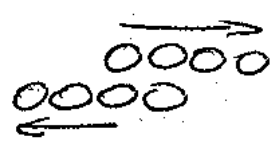
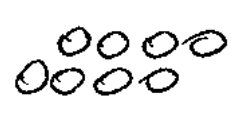
le tensioni sono di

taglio !!

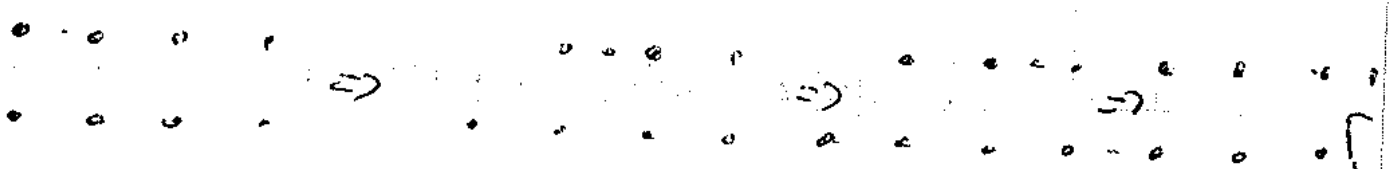
Ci sono stati dei deformazione di un reticolo in stellina interpretabile come composizione di disl. a spigolo e a vite.

INTERVENTI delle DISLOCAZ. nella deformazione

PLASTICA



sforzo di taglio



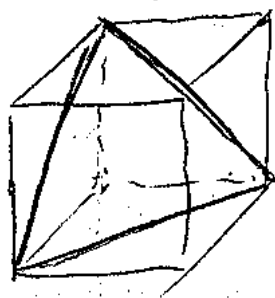
spigolo.



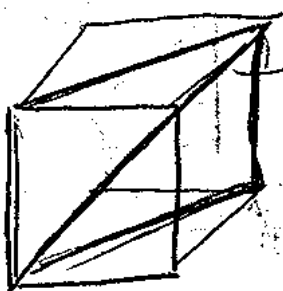
b distanza di scorrimento
 Se b è grande lo scorrimento

è più difficile. la slip distance è minima nelle distanze principali. - il meccanismo di scorrimento è più vantaggioso se sono coinvolti piani e direzioni cristallografiche principali.

dir. principali rispetto al peso



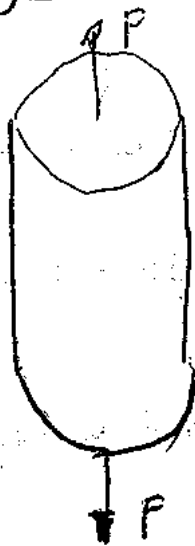
111



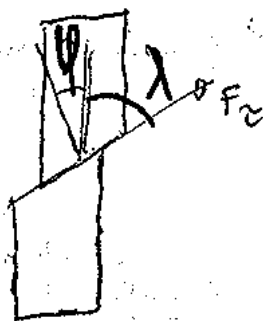
piano [1,1,1]

Se il no di sistemi di scorrimento è alto è più facile deformaz. plastica

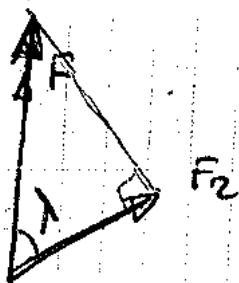
Legge di Schmid:



In quei piani più orientate scorrimento



Quel è lo sforzo che causa lo scorrimento.

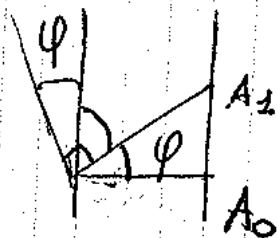


F_2 : componente di taglio di F

$$F_2 = F \cos \lambda$$

A_1 area di scorrimento

$$A_0 = A_1 \cos \varphi$$



$$F_2 = F \cos \lambda = \sigma A_1$$

$$A_1 = A_0 / \cos \varphi$$

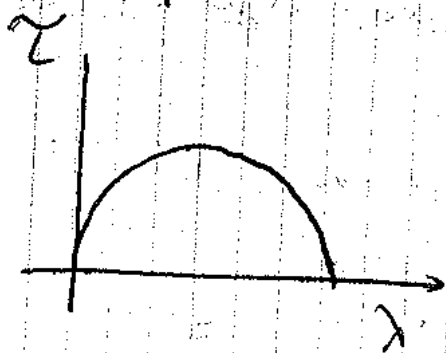
$$\tau = F_2 / A_1 = \frac{F \cos \lambda \cdot \cos \varphi}{A_0} = \sigma \cos \lambda \cdot \cos \varphi$$

$$0 < \lambda < 90$$

$$0 < \varphi < 90$$

Situazione più favorevole si ha e $\lambda = 45^\circ$

In queste condizioni $\tau = \frac{\sigma}{2}$



Lo sforzo di taglio nell'antichità migliore non è molto alto, ne non sempre il sistema è nelle condizioni migliori possibile, molto manovrate e pochi installano. Con l'aumentare delle temperature è più facile deformare plasticamente il metallo

cristallino.

Un monocristallo sottoposto a sollecitazioni ^{deformazione} o tensioni (detti carichi o carichi di deformazione). Le bande si formano all'interno di materiali cristallini che subiscono deformazione plastica.

Deformazione per geminazione: si nota che alcune parti sono immagini speculari di un'altra parte del materiale.

RAFFORZAMENTO

tanto più un materiale è resistente allo snervamento tanto più resiste agli sforzi. La resistenza allo snervamento è molto importante perché si desidera che la struttura non subisca deformazione plastica.

Si possono ^{migliorare} ~~potrebbe~~ ^{mentre} la resistenza del materiale con meccanismi di rafforzamento.

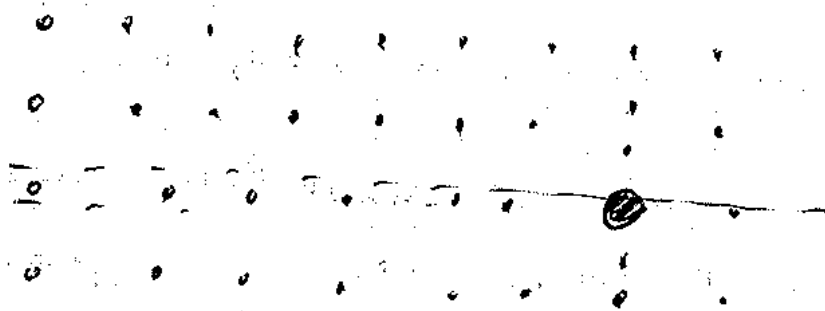
Rafforzamento per soluzione solida

Le soluzioni solide possono formarsi così:
 da due liquidi di due materiali si mischiano i due elementi in un crogiolo - I due liquidi si mischiano - I due solidi fondono e a fine una soluzione allo stato solido (Es. Cu, Ni)

Ho una soluzione solida con Ru, Ni perché questi due metalli sono perfettamente solubili. In particolare Cu e Ni hanno alto grado di MISCIBILITÀ.

Se due sistemi allo stato solido e a quello liquido hanno completa miscibilità si formerà un solido che ha la stessa composizione del liquido. Altrimenti si può formare un solido contenente parte del soluto o niente soluto.

Del resto, per sol. solido si ha un reticolo del grano



Se è presente una disloc. a spigolo. Questo con dislocazione raggiunge l'età di soluto il grado di deformazione del reticolo cresce (comp. dovuta ad etoro soluto + grano e per dislocazione). Tutto ciò comporta che l'energia del sistema cresce. Per deformare il metallo è necessaria una forza maggiore

N.B. Un ostacolo può deviare una dislocazione (anche in questo caso si ha rafforzamento).

Includimento: l'includimento comporta

un aumento della concentrazione delle dislocazioni per mezzo di energie meccanica fornite dall'esterno.

Le dislocazioni non favoriscono lo scorrimento perché si intercettano. Se due

dislocazioni si avvicinano può succedere:

- che due dislocazioni affiancate possano comportare una enorme energia per avvicinarsi. Quindi tendono a respingersi e viene richiesto un lavoro maggiore.



queste si accumulano vicendevolmente e danno vita a un piano senza dislocazioni.

Effetto dei precipitati: A+B potrebbe creare una reazione chimica e dare dei precipitati.

Es. Carbonio e Ferro. Il ferro solidifica con pochi atomi di carbonio nel reticolo.

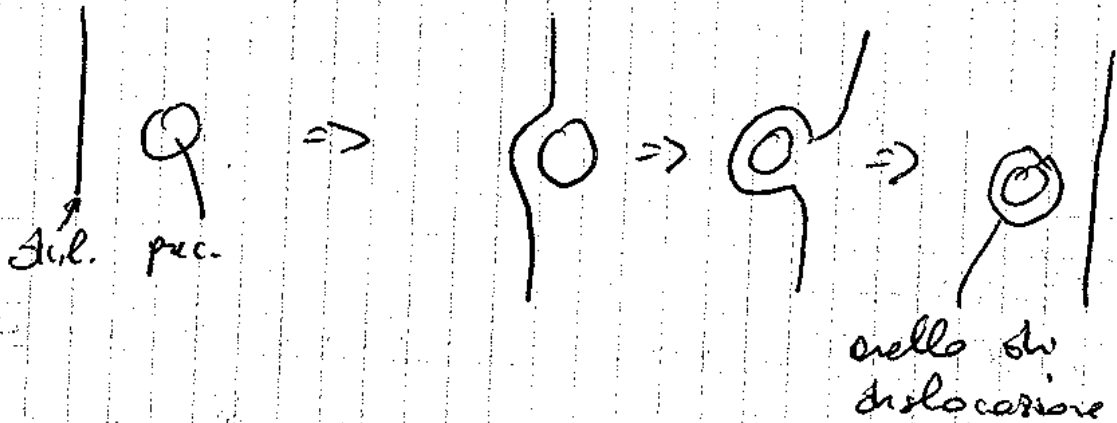
Altre il carbonio che può solidificare

in 2 modi:

- grafite C
- cementite Fe_3C

La fase α se stante si trova alle fine del
 pezzo.

Quindi in presenza cristalli di una fase β viene
 interpretato tra i bordi di grano β cristalli
 di una fase predominante ~~vengono~~ ^{vengono} detto che
 ci sono precipitati. Se il precipitato
 ha legami chimici più forti è maggiore
 l'energia se spendere per fare avvenire def.
 plastiche. Il materiale subisce rafforzamento.

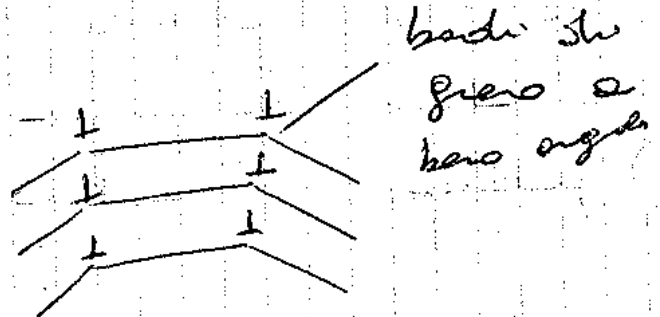
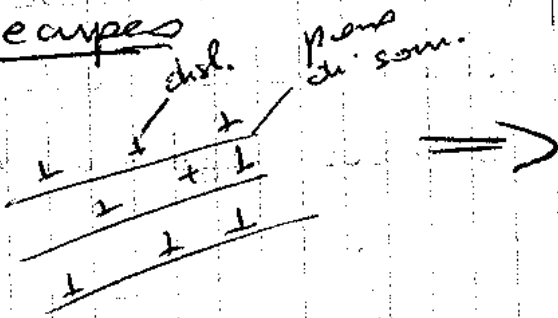


Se giunge un disloc. ulteriore si formeranno
 anelli concentrici intorno ai precipitati.

Inoltre le dislocazioni quando incontrano un
 bordo di grano dove nascono e si muovono e
 più questo costa energia. Quindi è conveniente
 avere bordi piani di grano e fini.

È possibile trattare termicamente un materiale fuso dove l'energia si supera l'energia di attivazione e si hanno trasformazioni (recupero).
 Se si riscalda ulteriormente si ha il processo di ricristallizzazione (a fronte nuovi cristalli e sono dei vecchi cristalli).

Recupero



Ricristallizzazione

Le particelle si muovono più facilmente nei bordi di grano e può capitare che queste si muovano fino. Il nuovo grano ^{con difetto} si cresce fino a quando quelli vecchi scompaiono. Questo comporta una minore resistenza del materiale. Può essere utile se devo deformare plasticamente il materiale.

SOLUZIONI SOLIDE SOSTITUZIONALI

Alle soluzioni non corrisponde una precisa composizione. Vale sia per soluzioni solide sia per quelle liquide. Si distinguono dai composti chimici i quali hanno una precisa formula.

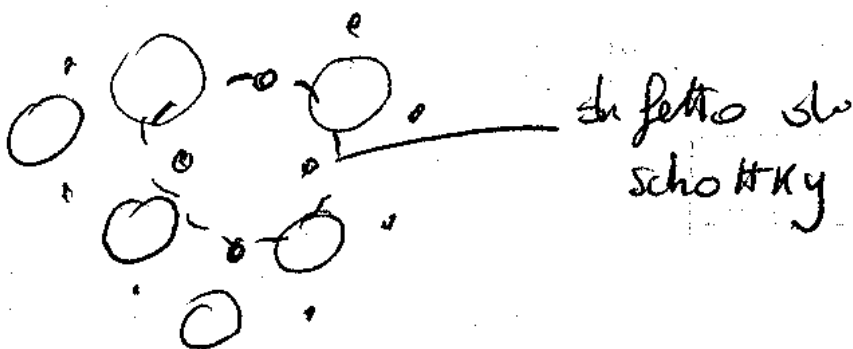
Esistono anche soluzioni solide ordinate. (Esempio Cu-Au). Essi 3 atomi Cu x 1 di Au.

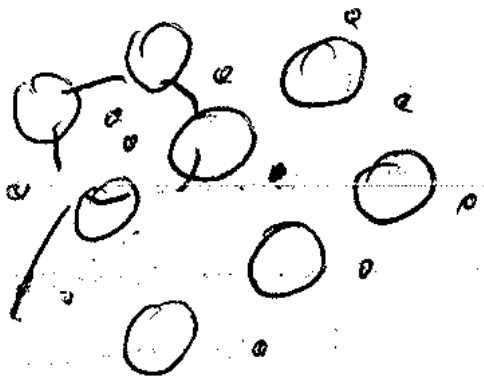
In alcuni casi la solubilità è solo in parte. In particolare se il soluto è molto più piccolo del solvente si hanno soluzioni solide interstiziali.

Regole di Hume-Rothery per perfetta ^{misibilità} solubilità

- differenza del raggio atomico $< 10\%$
- solvente e soluto devono avere lo stesso reticolo
- simile elettronegatività.
- simile valenze.

Defetti di Schottky e di Frenkel





Defetto

Frenkel

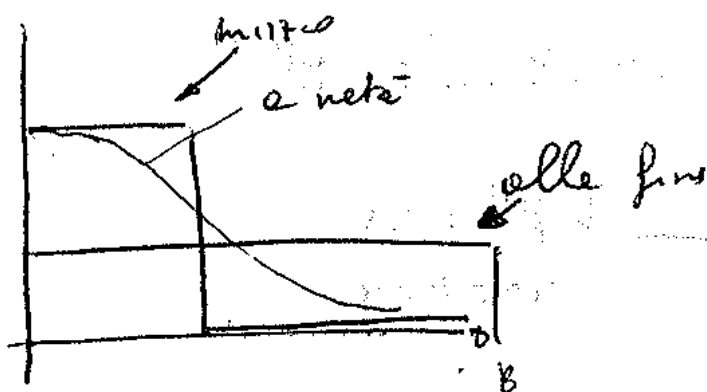
Vacante dovuta al mantenimento della neutralità elettrica.

- Diffusione allo stato solido: trasferimento di materia allo stato solido. coinvolge i difetti reticolari: dist. vacante.

Se l'interstiziale vibra si può spostare verso altre posizioni interstiziali fino a quando ne trova di vuote.

Perché questi processi possano avvenire è necessaria una certa temperatura (energia ca. vibraz. delle particelle) e un certo numero di vacante.

Curve di diffusione



Per far partire il processo di diffusione bisogna fornire un'energia tale da superare l'energia di attivazione

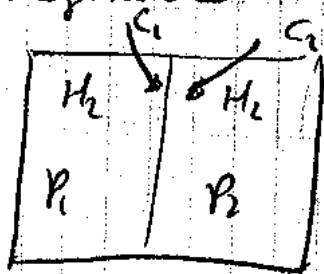
$$P \propto e^{-\frac{E^* - G}{RT}}$$

$$v = c \cdot e^{-\frac{Q}{RT}} \quad \ln v = \ln c - \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

Legge di Fick

1^a: si ipotizza che la diffusione avvenga tra due zone con concentrazioni differenti, ma costante nel tempo delle specie che si diffonde.

Immaginiamo

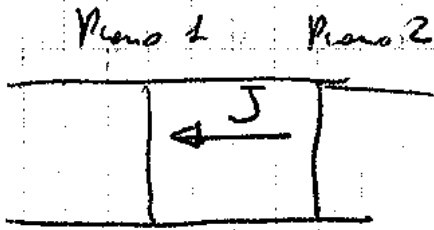


$$P_1 > P_2 \quad T = \text{costante}$$

Se mischiate $v_1 = v_2$
 nello scoppio Δc è più
 drageo.

L'idrogeno reagisce con il platino, si sposta e si mescola negli interstizi del platino. Si crea una concentrazione di idrogeno C_1 ed una C_2 con $C_1 > C_2$. L'idrogeno attraversa ^{nelle} ~~la~~ 2^a sezione. Questo processo avviene finché $C_1 = C_2$.

Supponiamo di avere 2 piani cristallo pirofici.



$$c_2 > c_1 \Rightarrow n_2 > n_1$$

$$c_1 = \frac{n_1}{N} \quad c_2 = \frac{n_2}{N}$$

f : freq. di spostamento di un atomo da un piano ad uno vicinato su un piano adiacente

$$J_{2 \rightarrow 1} = \frac{1}{2} n_1 f \quad J_{1 \rightarrow 2} = \frac{1}{2} n_2 f$$

$$J = J_{2 \rightarrow 1} - J_{1 \rightarrow 2} = \frac{1}{2} f (n_2 - n_1) = \frac{1}{2} N f (c_2 - c_1)$$

In prima battuta f è dipendente da T .

In altri termini

$$J = -D \frac{dc}{dx}$$

J : flusso netto di atomi

D : cost. di proporzionalità detta diffusività

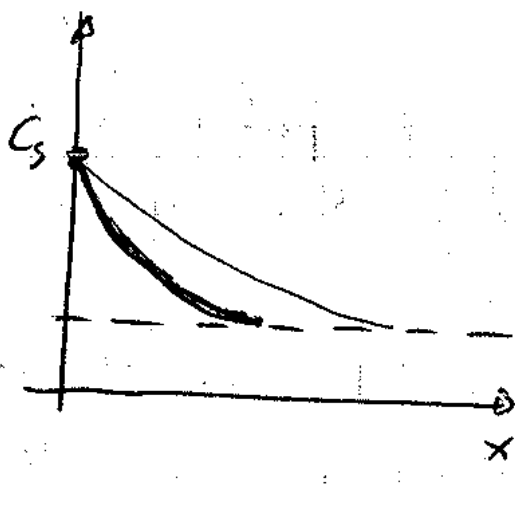
$\frac{dc}{dx}$: gradiente di concentrazione.

$$J \left[\frac{\text{atomi}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \right] = D \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right] \frac{dc}{dx} \left[\frac{\text{atomi}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{\text{m}} \right]$$

$$D = D_0 e^{-\frac{Q}{RT}} \Rightarrow \ln D = \ln D_0 - \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

Come si fa a rendere due Q superficiali Segh. inegreppati?

- caratteristiche: ~~struttura~~



concentrat. di carbonio

x: distanza dalla superficie

--- stato iniziale.

$t_1 > t_0$ —

$t_2 > t_1$ —

2^a equazione di Fick

$$\frac{dC}{dt} = \frac{d}{dx} \left(D \cdot \frac{dC}{dx} \right)$$

$$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = \text{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}}$$

Cond. al centro

$$C = C_0, \quad t = t_0$$

$C = C_s$ e $x = 0$ per ogni t

C_s : concentrazione alla superficie

C_0 : concentraz. iniziale

C_x : concentrazione eletto e distanza x della sup. al tempo t

erf: funzione errore

x : dist. da superficie

D : diffusivita' (in cm^2/sec e m^2/sec)

t : tempo

D_0 è il valore che D assume quando $\frac{1}{T} \rightarrow 0$