

2015 年上海交通大学 827 真题选择

一. 选择题 (25*3)

1. 金刚石晶胞内原子个数有 () 个。

A.2 B.4 C.6 D.8

3. 面心立方 (111) 面抽出一层, 得到位错是 ()

A. $a/6[112]$ B. $a/3[111]$ C. $a/2[110]$

4. 小角度晶界中的扭转晶界是由 () 组成的

A. 刃型位错 B. 螺型位错 C. 混合位错 D. 位错中心重叠

6. 高层错能金属经大量塑性变形后可形成 ()

A. 小角度晶界 B. 大角度晶界 C. 位错缠结 D. 胞状结构

7. 两个不同滑移面平行的同号刃型位错由于应力场的相互作用而趋于 ()

A. 垂直排列 B. 平行排列 C. 45 度夹角排列 D. 相互抵消

13. 关于自扩散下列错误的有 ()

A. 自扩散系数趋于 0 B. 扩散物质的浓度梯度趋于 0

C. 自扩散也需要激活能

14. 固态相变中, 不存在形核过程的是 ()

A. 马氏体相变 B. 调幅分解 C. 脱溶分解 D. 铁素体转变

15. 置换固溶体的扩散频率远小于间隙固溶体的扩散速率的原因是 ()

A. 置换固溶体的扩散常数远小于间隙固溶体

B.置换固溶体的体积远小于间隙固溶体

C.置换固溶体的扩散能远小于间隙固溶体

D.置换固溶体的固溶度远小于间隙固溶体

16.由 Fe-C 相图，纯铁在共析温度（727℃以上）的铁素体区渗碳，材料中不会出现（ ）

A.奥氏体区 B.渗碳体区 C.珠光体区 D.铁素体区

17.离子晶体的扩散速率远小于金属晶体的扩散速率的原因（ ）

A.离子晶体的结合能远小于金属晶体

B.为保持电中性，需产生成对电子

C.离子迁移距离长

D.A,B,C 全对

18.固态相变在晶界发生非均匀形核的原因是（ ）

A.低的界面能垒 B.低的应变能垒 C.高的形核驱动力 D.高的扩散速率

19.影响高分子材料玻璃化温度的因素不包含（ ）

A.交联程度 B.结晶程度 C.链段长度 D.取代基极性

20.金属或合金中凡是具有（ ），并与其它部分有界面分隔的···，称为相

A.相同成分，不同晶体结构 B.相同成分，相同晶体结构

C.不同成分，相同晶体结构 D.不同成分，不同晶体结构

21.在（ ）下，···称为共析转变

A.连续降温条件

B.一定温度下

C.一定冷却速度下

D.温度变化不大条件下

22.对于 Fe-C 相图中的 Fe_3C I，下列说法正确的是（ ）

A.在 2.11wt%的室温组织中

B.在冷却时从过饱和奥氏体中析出

C.在冷却时在共晶温度析出

D.在冷却时从液相中析出

23.对于三元匀晶相图中的连接线，下列说法不正确的是（ ）

A.连接线在等温截面中取得

B.两相区中连接线不可相交

C.等温截面内连接线可通过三角形顶点

D.连接线一定过合金成分点

24.冰融化成水的过程中，组元数 C 和自由度 f 为（ ）

A. $C=2$ ， $f=2$

B. $C=1$ ， $f=1$

C. $C=2$ ， $f=1$

D. $C=1$ ， $f=0$

25.下列关于离异共晶说法正确的是（ ）

A.离异共晶的特点是，初生相少，共晶量多

B.离异共晶的特点是，初生相多，共晶量少

C.离异共晶可在平衡凝固下获得

D.离异共晶可在非平衡凝固下获得

二. 综合题

1.简述材料强化各种机制及影响因素。（15）

材料的强化机制主要有以下四种，分别为固溶强化、细晶强化、形变强化、第二相强化。

（一）固溶强化

固溶强化的主要原因：溶质原子与位错的弹性交互作用（形成的柯垂尔气团阻碍了位错的运动）、化学交互作用、静电交互作用，以及当固溶体产生塑性变性时，位错运动改变了溶质原子在固溶体结构中以短程有序或偏聚形式存在的分布状态，从而引起系统能量升高，增加了滑移变形阻力。

影响因素：1、溶质原子的原子分数越高，强化作用也越大，特别是当原子数分数很低时，强化效应更为显著。2、溶质原子与基体金属的原子尺寸相差越大，强化作用也越大。3、间隙型溶质原子比置换原子具有较大的固溶强化效果。4、溶质原子与基体金属的价电子数相差越大，固溶强话作用越显著。

（二）细晶强化

主要原因：一方面由于晶界的存在，使变形晶粒中的位错在晶界处受阻，每一晶粒中的滑移带也都终止在晶界附近；另一方面，由于各晶粒间存在着位向差，为了协调变形，要求每个晶粒必须进行多滑移，而多滑移必然要发生位错的相互交割，这两者均将大大提高金属材料的强度。

影响因素：晶界越多，也即晶粒越细小，则其强化效果越显著。霍尔佩奇公式可以说明。

（三）形变强化

金属在塑性变形过程中位错密度不断增加，使弹性应力场不断增大，位错间的交互作用不断增强，发生交割，造成位错缠结等位错运动的障碍，因而位错的运动越来越困难，从而提高金属的强度。引起金属加工硬化的机制有：位错的塞积、位错的交割（形成不易或不能滑移的割阶、或形成复杂的位错缠结）、位错的反应（形成不能滑移的固定位错）、易开动的位错源不断消耗等。

影响因素：塑性变形越大，位错密度越高，形变强化效果好。

（四）第二相强化

第二相粒子可以有效地阻碍位错运动,运动着的位错遇到滑移面上的第二相粒子时,或切过,或绕过,这样滑移变形才能继续进行。这一过程要消耗额外的能量,需要提高外加应力,所以造成强化。根据两者相互作用的方式有两种强化机制:弥散强化和沉淀强化。

a.弥散强化(绕过机制或奥罗万机制):基体与中间相的界面上存在点阵畸变和应力场,成为位错滑动的障碍。滑动位错遇到这种障碍变得弯曲,随切应力加大,位错弯曲程度加剧,并逐渐成为环状。由于两个颗粒间的位错线段符号相反,它们将断开,形成包围小颗粒的位错环。位错则越过颗粒继续向前滑动。随着位错不断绕过第二相颗粒,颗粒周围的位错环数逐渐增加,对后来的位错造成更大的阻力。

影响因素:第二相粒子越小,粒子越弥散,其间距越小,则强化效果越好。

b.沉淀强化(切过机制):位错与颗粒之间的阻力较小时,直接切过第二相颗粒,结果硬颗粒被切成上下两部分,并在切割面上产生位移,颗粒与基体间的界面面积增大,需要做功。并且,由于第二相与基体结构不同,位错扫过小颗粒必然引起局部原子错排,这也会增加位错运动的阻力,从而使金属强化。

影响因素:取决于第二相粒子本身的性质以及与基体的联系。

2.单晶体滑移:

- (1) 证明单晶体滑移,最密排面和最密排方向最先开动;
- (5)
- (2) 证明临界分切应力的表达式,并以此说明屈服应力的最小值;
- (8)
- (3) 单晶体滑移和多晶体滑移哪个屈服应力大?
- (2)

$$\tau = \frac{F \cos \lambda}{A \cos \phi} = \sigma_s \cos \lambda \cos \phi \tau \geq \tau_c = \sigma_s \cos \lambda \cos \phi \tau_{P-N} = \frac{2G}{1-\nu} \exp\left[\frac{-2\pi d}{(1-\nu)b}\right]$$

D 为滑移面间距, b 滑移方向上的原子间距, τ_{P-N} 与 $(-d/b)$ 成指数关系,因此,当 d 值越大, b 值越小,即滑移面间距越大,位错强度越小,则派-纳力也越小,因而也更容易滑移,由于晶体中原子最密排面的面间距最大,密排面上最密排方向的原子间距最短,这就解释了为什么晶体的滑移面和滑移方向一般都是晶体的原子密排面与密排方向。

2.如书本 p175.图 5-8.设有一截面积为 A 的圆柱形单晶体,受轴向力 F 的作用, ϕ 为滑移面

法线与 F 外加力中心轴的夹角。 λ 为滑移面与外力 F 下的夹角。

则 F 在滑移面方向的分力为 $F \cos \lambda$ ，而滑移面的面积为 $A / \cos \phi$

$$\tau = \frac{F \cos \lambda}{\frac{A}{\cos \phi}} = \frac{F}{A} \cos \lambda \cos \phi$$

于是外力在该滑移面滑移方向的分切应力 τ ， $\frac{F}{A}$ 为宏观起始屈服

强度 σ_s 。因此，滑移开始的条件可表示为 $\tau \geq \tau_c = \sigma_s \cos \lambda \cos \phi$ 。

当滑移面与外力方向平行，或者是滑移方向与外力垂直的情况下不可能发生滑移，这是因为

当 $\lambda = 90^\circ$ 或 $\phi = 90^\circ$ 。 σ_s 为无限大，而当滑移方向位于外力方向与滑移面法线所组成的平

面上且 $\phi = 45^\circ$ 时取向因子 $\cos \lambda \cos \phi$ 达到最大值 0.5。此时 σ_s 最小。

3. (1) 已知金刚石键长 0.155nm，求金刚石致密度；

(2) 金刚石转化成石墨，题中给了石墨密度，算体积变化率。

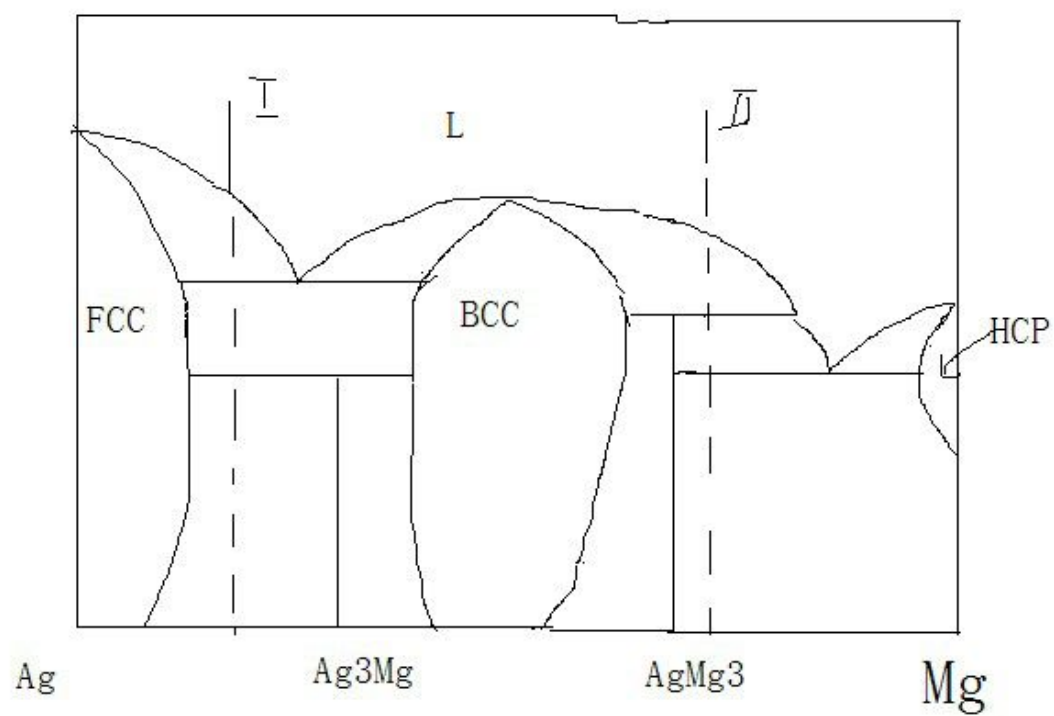
(15)

4. 柯肯达尔，A 组元摩尔分数占 0.4，互扩散系数

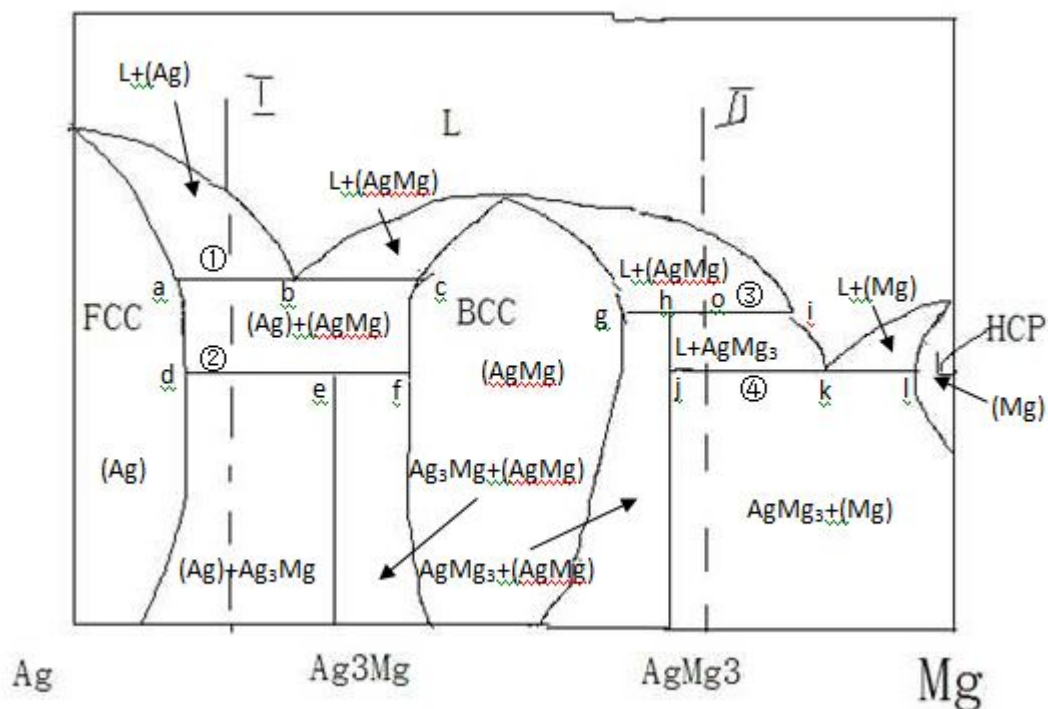
$D = 2.0 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, 10hr 标记面漂移了 3.6 μm (或者是 0.36 μm ,

记不清啦)。A 组元浓度梯度 0.4/ m^3 。求 A, B 自扩散系数。(15)

5. 这题给了 Mg, Ag 相图。(15)



- (1) 标出相图各区域；
- (2) 写出四个恒温反应；
- (3) 画 I, II 两个成分合金的冷却转变曲线；
- (4) 计算 II 合金包晶反应消耗的液相的量。 (4)



分析:

记 Mg 在 Ag 中的固溶体为(Ag), Ag 在 Mg 中的固溶体为(Mg), 其余类似。
 由于 AgMg 的电子浓度为 3/2, 其晶体结构为体心立方, 因此可推测相图中间的 BCC 部分即为 AgMg 的固溶体。

(1) 相图各区域如图所示。

(2) ①: $L_b \rightarrow (Ag)_a + (AgMg)_c$

②: $(Ag)_d + (AgMg)_f \rightarrow Ag_3Mg_e$

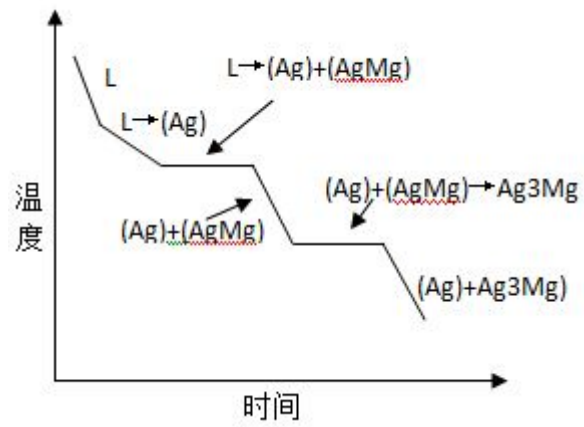
③: $L_i + (AgMg)_g \rightarrow AgMg_3_h$

④: $L_k \rightarrow AgMg_3_j + (Mg)_l$

其中下标 a、b、c……均为成分点

(3) 冷却转变曲线如下:

I:



II:

