

武汉理工材料科学基础 2005 年真题参考答案

一、

- 1, 空间利用率: 晶胞中原子体积晶胞体积的比值。
- 2, 位错滑移: 在外力作用下, 位错沿滑移面产生移动, 结果造成晶体的永久变形。
- 3, 硼反常:: 由于 B³⁺离子配位数的变化引起性能曲线出现转折的现象。
- 4, 弛豫表面: 由于表面原子变形, 极化和重排引起的原子位置相对于正常位置的上移、下移的界面
- 5, 独立析晶: 在转熔过程中发生的, 由于冷却速度过快, 使得被回析的晶相被析出的晶相包裹起来, 使转变过程不能继续进行, 从而使液相进行另一个单独析晶过程。
- 6, 晶界扩散: 物质沿晶界处发生的定向迁移过程。
- 7, 非均态极化: 由于表面晶界效应、杂质或引入晶核剂等各种因素支配的成核过程。
- 8, 弥散扩散: 在合金中通过一定方法使机体中形成弥散分布, 增强颗粒的方法。
- 9, 矿化剂: 在烧结过程中以某种形式加入的能降低烧结温度的物质。
- 10, 二次再结晶: 是胚体中少数大晶粒尺寸的异常增加, 其结果是个别晶粒尺寸增加, 这是区别正常晶粒长大的。
- 11, 应力腐蚀: 材料在特定的环境介质中受过应力而发生破坏的现象。
- 12, 穿晶断裂: 在外力作用下, 裂纹沿晶体内部扩展并导致材料脆性断裂的现象。

二、

1, 图略

2, $\text{CN}_{\text{Ca}^{2+}}=12$ $\text{CN}_{\text{O}^{2-}}=6$ $\text{CN}_{\text{Ti}^{4+}}=6$

3, O^{2-} 的配位多面体为 $[\text{OCa}_4\text{Ti}_2]$

静电强度 $S = \frac{2}{12} \times 4 + \frac{4}{6} \times 2 = 2$ 与 O^{2-} 的电价一致, 故电价平衡。

- 4, 具有铁电效应的晶体必存在自发极化, 该极化源于晶胞内部正负离子电荷中心不重合, 两者均为钙钛矿结构, 符合 ABO_3 组成形式, 当 A 原子发生变化, 如半径增大必使晶胞参数增大, 进而使八面体空隙增大, Ca^{2+} 半径小, 在 CaTiO_3 中八面体空隙小于 Ti^{4+} 半径, Ti^{4+} 受到很强的弹性恢复力而不能固定在某处以产生正负电荷中心的偏离, 故无自发极化的产生, 而 BaTiO_3 中八面体空隙大于 Ti^{4+} 半径, 使其受到恢复力小, 同时由于 Ti^{4+} 的极化作用与 O^{2-} 产生电场力, 足以使 Ti^{4+} 产生偏移形成自发极化偶极, 又 BaTiO_3 中 $[\text{TiO}_6]$ 八面体沿 C 轴呈直线排列, 有利于电畴传递, 故 BaTiO_3 有铁电效应。

- 5, 假设晶胞参数为 a_0 , 在晶胞侧面上有: $2r_A + 2r_O = \sqrt{2} a_0$ 。

在八面体内有: $2r_B + 2r_O = a_0$ 。

于是 $r_A + r_O = \sqrt{2} (r_B + r_O)$

三、1, $C = \frac{n}{N} = \exp\left(-\frac{\Delta G}{2RT}\right) = \exp\left(\frac{E}{2RT}\right)$

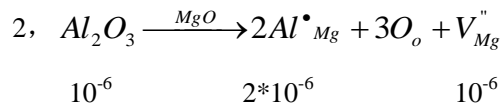
$$\Delta G = E = 6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 9.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$T_1 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = 1600 + 273 = 1873 \text{ K}$$

$$R=8.314\text{J/mol}\cdot\text{K}$$

$$C_1 = 1.92 \times 10^{-51} \quad C_2 = 8.0 \times 10^{-9}$$



$$[\text{杂质缺陷}] = \frac{3 \times 10^{-6}}{2} = 1.5 \times 10^{-6}$$

所以，比较可知，杂质缺陷占优。

3，非本征缺陷占主导地位。

四、基本原则（1）定比原则：基质晶体中正负离子格点数之比保持不变。

（2）质量平衡：缺陷反应方程式两边质量应该相等。

（3）电中性：缺陷反应方程式两边有效电荷数必须相等。



一般规律：（1）高价正离子占据低价正离子位置时，该位置带有正电荷，为了保持电中性会产生间隙负离子或正离子空位。

（2）低价正离子占据高价正离子位置时，该位置该有负电荷，为了保持电中性。会产生负离子空位或者间隙正离子。

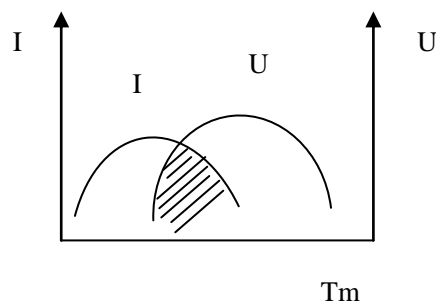
五、设临界半径为 r^* ，则 $r > r^*$ ，新相可以稳定成长， $r < r^*$ ，新相不能稳定成长。

$$\text{所以，} r = r^* \text{ 时，} \left. \frac{dG_r}{dr} \right|_{r=r^*} = 0 \text{ 即 } 4\pi r^{*2} \Delta G_v + 8\pi r^* \gamma_{LS} + 4\pi r^{*2} \Delta G_E = 0$$

$$r^* = -\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G + \Delta G_v} \text{ 代入原式有:}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_r^* &= \frac{4}{3}\pi \left(-\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G_E + \Delta G_v}\right)^3 \bullet \Delta G_v + 4\pi \left(-\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G_E + \Delta G_v}\right)^2 \gamma_{LS} + \frac{4}{3}\pi \left(-\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G_E + \Delta G_v}\right) \Delta G_E \\ &= \frac{16\gamma_{LS}^3}{3(\Delta G_E + \Delta G_v)} \end{aligned}$$

2,



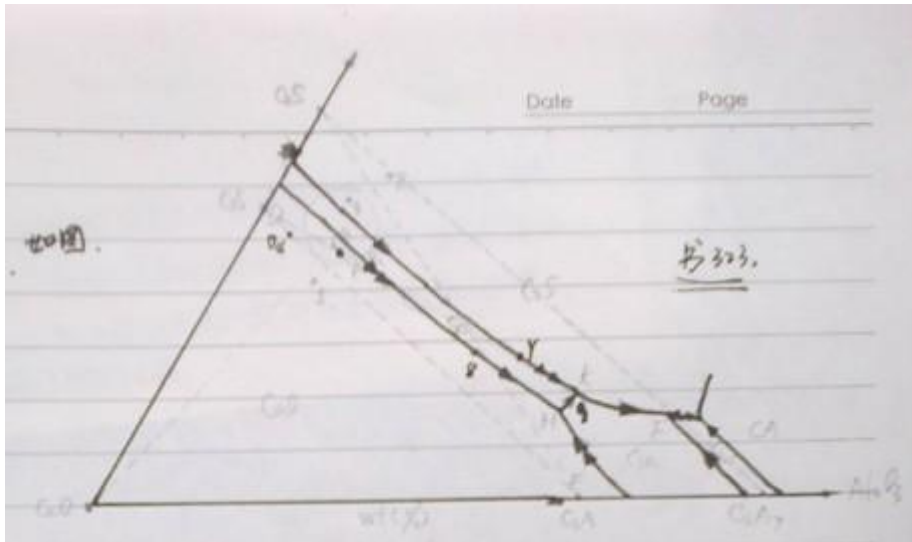
I: 成核速率

U: 成长速率

Tm: 熔点

当温度从熔融温度开始降低时，首先会使生长速率有最大值，但此时成核速率小，不易形成新相，在某一温度时成核速率有最大值，但生长速率较小，也不易形成新相，因此，两曲线的交界区域，即图中的阴影区域，I U 均有较高的速率，有利于形成新相。

六、（书本 323 页）



1, 如图

2, 如图

3, C_2S : 一致熔融二元化合物

C_3S : 不一致熔融二元化合物

C_3A : 不一致熔融二元化合物

$C_{12}A_7$: 不一致熔融二元化合物

4, H, 单转熔点（双转熔点） $L + CaO \rightleftharpoons C_3A + C_3S$

K, 单转熔点（双升点） $L + C_3S \rightleftharpoons C_2S + C_3A$

F: 低共熔点 $L \rightleftharpoons C_3A + C_{12}A_7 + C_2S$

5, 书本 324

6, 1 点产物: C_3S 、 C_3A 、 CaO

2 点平衡时结晶产物 C_2S 、 C_3A 、 $C_{12}A_7$

3 点平衡时结晶产物为: C_3S 、 C_3A 、 C_2S

7, 会, 当液相在 K 点进行 $L + C_3S \rightarrow C_3A + C_2S$ 转熔过程时, 如果 C_3S 被析出

的 C_3A 和 C_2S 包裹, 液相便不能和 C_3S 接触了, 回吸过程无法进行, 这时系统相当于只有液相 C_3A 、 C_3S 三相, 液相便作为一个原始熔体离开 K 点, 沿着 KF 界限向 F 点移动, 进行独立析晶过程。

七、1, 略

2, 影响扩散的因素

外在因素:

温度: $\ln D$ 与 $\frac{1}{t}$ 成线性关系

杂质: 一方面可能导致扩散介质晶格畸变, 另一方面也可能使扩散粒子附加键力, 前者使 D 增大后者使 D 减小。

气氛:

固溶体类型: 间隙固溶体比置换型固溶体易扩散因为间隙型扩散机制的扩散活性能小于置换型扩散

内在因素:

(1) 扩散物质性质的影响: 扩散粒子性质与扩散介质间差距越大扩散系数也越大。

a, 原子键力越强扩散激活能 Q 值越高, D 越小

b, 晶体结构的影响, 原子排列越紧密, 原子间的结合力越强, 扩散激活能越高, D 越小。

扩散介质结构的影响: 通常扩散介质结构越紧密扩散越难, 如体心立方结构堆积因子小于面心立方, 较疏松, 以扩散。

位错、晶界和表面对扩散的影响 $D_{\text{表面}} > D_{\text{晶界}} > D_{\text{晶内}}$