

## 武汉理工材料科学基础 2010 真题参考答案

### 一、基本概念

- 1, 空间利用率: 晶胞中原子体积与晶胞体积比值。  
空隙利用率: 填充某种空隙的原子占该种空隙的比值。
- 2, 位错滑移: 在外力作用下, 位错线在其滑移面上的运动, 结果导致晶体的永久变形。  
位错爬移: 在热缺陷或外力作用下, 位错线在垂直其滑移面方向上的运动, 其结果导致空隙或间隙质点的增殖或减少。
- 3, 玻璃网络形成体: 是容易在工艺过程中形成玻璃的具有高粘度和强度的氧化物。  
玻璃网络改变体: 指加入玻璃时, 能够破坏玻璃网络并最终导致结晶的氧化物。
- 4, 穿晶断裂: 指通过晶粒内部而不是沿晶界发生的材料断裂。  
蠕变断裂: 指高温下材料发生的过度变形或扭曲, 但不断裂。
- 5, 应力腐蚀: 金属材料在特定的腐蚀介质和拉应力共同作用下发生脆性断裂。  
晶间腐蚀: 金属材料在特定的腐蚀介质中沿材料晶界发生的一种局部腐蚀。
- 6, 初次再结晶: 从塑性变形的, 具有应变的基质中, 生长出新的无应变晶粒的成核和长大过程。  
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的增加, 这是区别于正常的晶粒长大的。
- 7, 均态核化: 熔体内部自发成核, 称为均态核化。  
非均态核化: 由表面、界面效应、杂质或引入晶核剂等各种因素支配的成核过程。
- 8, 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。

### 二、作图题略

#### 三、1, O/Si=3 组群状结构

- 2,  $\text{Be}^{2+}$  与两个标高为 65, 2 个标高为 25 的  $\text{O}^{2-}$  配位, 形成  $[\text{BeO}_4]$  四面体,  $\text{Al}^{3+}$  与三个标高为 65, 3 个标高为 85 的  $\text{O}^{2-}$  配位, 形成  $[\text{AlO}_6]$  八面体,  $[\text{BeO}_4]$  四面体和  $[\text{AlO}_6]$  八面体之间公用标高为 65, 85 的 2 个  $\text{O}^{2-}$  离子, 即共棱连接。
- 3, 标高为 65 的  $\text{O}^{2-}$  同时与一个  $\text{Be}^{2+}$ , 1 个  $\text{Al}^{3+}$ , 1 个  $\text{Si}^{4+}$  相连。  
静电强度 =  $\frac{2}{4} \times 1 + \frac{3}{6} \times 1 + \frac{4}{4} \times 1 = 2 = \text{O}^{2-}$  的电荷数, 所以电价饱和。
- 4, 绿宝石结构中的六节环内没有其他例子存在, 使晶体结构中存在大的环形空腔, 当有电价低, 半径小的  $\text{Na}^+$  离子存在时, 在直流电场中会表现出显著离子导电, 当晶体受热时, 质点热振动振幅增大, 大的空腔使晶体不会有明显的膨胀, 因而表现出较小的膨胀系数。

#### 四、1, 图略

2,  $S_1$  不一致熔融二元化合物  $S_2$  不一致熔融三元化合物

3, E1 低共熔点  $L \Leftrightarrow S_1 + C + S_2$

E2 低共熔点  $L \Leftrightarrow C + S_2 + B_\beta$

E3 双升点 (单转熔点)  $L + B_\beta \Leftrightarrow S_1 + S_2$

E4 双升点 (单转熔点)  $L + A \Leftrightarrow S_1 + B_\beta$

$$\text{五、自由焓变化 } \Delta G_r = \frac{4}{3} \pi r^3 \Delta G_v + 4 \pi r^2 \gamma_{LS} \text{ -----①}$$

$$\frac{d\Delta G}{dr} = 4 \pi r^2 \Delta G_v + 8 \pi r \gamma_{LS} = 0$$

$$r^* = -\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G_v} \text{ -----②}$$

$$\text{将 2 式代入 1 式得: } \Delta G_r = \frac{4}{3} \pi \left(-\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G_v}\right)^3 \Delta G_v + 4 \pi \left(-\frac{2\gamma_{LS}}{\Delta G_v}\right)^2 \gamma_{LS} = -\frac{16 \pi \gamma_{LS}^3}{3 \Delta G_v^2}$$

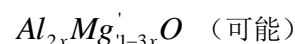
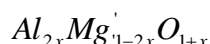
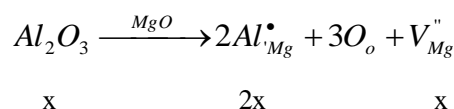
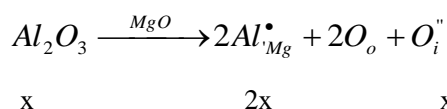
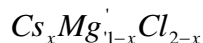
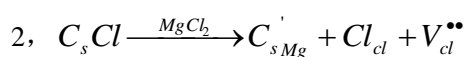


$$V = a^3 = (0.481 \times 10^{-7})^3 = 1.113 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$$

$$m = \rho a^3 = 3.0 \times 1.113 \times 10^{-22} = 3.338 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$$\text{分子数为: } \frac{m}{16 + 40} * 6.02 \times 10^{23} = 3.59$$

$$\text{缺陷数: } 4 - 3.59 = 0.41$$



4、 (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。

七、1, ①形成玻璃由易到难  $SiO_2$ ,  $K_2O \cdot SiO_2$ ,  $K_2O \cdot 2SiO_2$

因为一价碱金属氧化物中正离子离子小半径大, 为系统提供自由氧使  $Si/O$  下降, 导致原来硅氧负离子因解聚成较简单的结构单元, 而使粘滞活化能降低, 粘度变小, 冷却过程中越易调整成规则的晶体, 形成玻璃越难, 所以金属氧化物含量越高越不易形成玻璃。

八、a, 减小颗粒度, 则总表面能增加, 因而会有效加速烧结, 对扩散蒸发-冷凝机理更为突出

b, 烧结是基于表面张力作用下物质迁移而实现的, 高温氧化物较难烧结主要原因之一就在于它们有较大的晶格能和较稳定的结构状态, 迁移需要较高的活化能即活性较高, 因而提高物料活性能促进烧结。

- c, 当添加物能与烧结体形成固溶体时, 将使晶格畸变而得到活化, 故可降低烧结温度, 使烧结和扩散速度增加。
- d, 气氛中气体原子尺寸越小扩散系数越大易烧结反之亦然, 凡是正离子扩散起控制作用的烧结过程, 氧气氛, 氧分压较高是有利的, 对于易变价金属氧化物, 则还原气氛可以使它们部分被还原成氧缺位型非化学计量化合物, 也会因  $O^{2-}$  离子缺位增多而加速烧结。
- e, 生环成型压力增大, 胚体中颗粒堆积就较紧密, 接触面积增大, 烧结被加速。

## 2 (1) 用杨德方程求解

- (2) 金斯格林格林方程计算结构更接近实际, 因为杨德方程假设反应过程中, 扩散界面不变, 而金斯特格林方程考虑了反应过程中扩散界面的变化, 随着反应的进行, 反应物体积减小, 扩散截面积减小, 反应所需时间少于杨德方程计算的结果。
- (3) 使物料均匀减小, 物料颗粒度减小, 比表面能越大, 反应界面和扩散界面增加, 反应物层厚度减小  
增大压力有助于增大颗粒的接触面积, 加速物质的传递过程, 使反应速度增加, 适当提高反应温度, 质点热运动增加, 反应能力和扩散能力增加反应速度增加。