

## 浙 江 大 学

## 2011 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目 材料科学基础 编号 836

注意: 答案必须写在答题纸上, 写在试卷或草稿纸上均无效。

## Part 1 共做题

本部分为所有考生都需完成的内容

## 一、填空题 (每空2分, 共30分)

1. a-Si:H 薄膜是十分有用的半导体材料之一, 其结构特征为: 在非晶 Si 膜结构中嵌入了大量的氢原子, H 的空间分布具有局部不均匀性, 显示出 (1) 的特征。
2. Voronoi 多面体是用于描述 (2) 的一种多面体, Voronoi 多面体是指: 以某个球为中心与 (3) 所围成的多面体。
3. 有一极稀的 fcc 结构的间隙固溶体, 扩散系数可以表示为:  $D = a_0^2 \nu \exp\left(-\frac{\Delta G_m}{RT}\right)$ , 则其中  $a_0$  为 (4),  $\nu$  为 (5),  $\Delta G_m$  为 (6)。
4. 光学波和声学波有各自的频率色散关系, 其中: 光学波的频率 (7) 声学波的频率。
5. 玻璃网络特性的基本结构参数有时用桥氧和非桥氧来描述, 考虑一种玻璃组成为 12mol%Na<sub>2</sub>O, 10mol%CaO 和 78mol%SiO<sub>2</sub>, 则每个氧多面体的平均桥氧和非桥氧数分别为: (8) 和 (9)。
6. 有一包含 N 个原胞的三维晶格, 每个原胞由 2 个原子组成, 那么该晶格包含的独立振动频率数为: (10)。
7. 用电负性区别非金属元素与金属元素时, 可以用 (11) 作为判断及分界的电负性大致值。
8. 密排六方和面心立方结构密排面上原子的堆垛方式分别为: (12) 和 (13)。
9. 描述晶体材料 (非高分子) 的结构时有一套系统的结构参数, 但对高分子晶体结构进行描述时, 可用 (14) 结构参数描述。
10. 正、负刃型位错的半原子面在同一垂直于该面的力的作用下, 其移动方向及与作用力方向的关系为: (15)。

296

## 二、解析题（每题20分，共60分）

1、考虑 NiO 完全由  $\text{Ni}^{2+}$  ( $R_{\text{Ni}^{2+}}=0.069\text{nm}$ ) 和  $\text{O}^{2-}$  ( $R_{\text{O}^{2-}}=0.132\text{nm}$ ) 离子堆积形成晶体，试根据离子晶体的有关形成规则（如 Pauling 规则等），（1）确定 NiO 具有什么晶体结构。是六方  $\text{Al}_2\text{O}_3$  结构？萤石结构？还是氯化铯结构？氯化钠结构？或闪锌矿结构？（注：每排除一种结构都必须作相应的说明或计算）；（2）计算晶体的晶格常数；（3）计算晶体的密度；（4）计算晶体的堆积系。

（原子量： $A_{\text{Ni}}=58.71\text{gm/mole}$ ,  $A_{\text{O}}=16\text{gm/mole}$ , Avogadro 常数  $A_0=6.023\times 10^{23}\text{atom/mole}$ ）

2、含 0.05% C 的铁在 912 °C (1185 K) 下、含 1.20 % C 的气氛中进行热处理 24 小时，这种条件下铁的表面可保持 1.20 % 的 C 浓度。考虑 C 为沿一个方向的间隙扩散，且假设扩散系数 D 不随浓度变化，试计算在表面下深度为 0.05 cm 处，（1）铁为 BCC 结构时的碳含量，（2）铁为 FCC 结构时的碳含量，（3）讨论两者哪一个扩散容易？为什么。（气体常数  $1.987\text{cal/mole.K}$ ，扩散常数 (FCC):

$$D_{0,\text{FCC}} = 0.23 \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}},$$

激活能(FCC):

$$Q_{\text{FCC}} = 32900 \frac{\text{cal}}{\text{mole}},$$

扩散常数(BCC):

$$D_{0,\text{BCC}} = 0.011 \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}},$$

激活能(BCC):

$$Q_{\text{BCC}} = 20900 \frac{\text{cal}}{\text{mole}},$$

The Error Function					
Z	erf(Z)	Z	erf(Z)	Z	erf(Z)
0.00	0.0000	0.55	0.5633	1.3	0.9340
0.025	0.0282	0.60	0.6039	1.4	0.9523
0.05	0.0564	0.65	0.6420	1.5	0.9661
0.10	0.1125	0.70	0.6778	1.6	0.9763
0.15	0.1680	0.75	0.7112	1.7	0.9838
0.20	0.2227	0.80	0.7421	1.8	0.9891
0.25	0.2763	0.85	0.7707	1.9	0.9928
0.30	0.3286	0.90	0.7970	2.0	0.9953
0.35	0.3794	0.95	0.8209	2.2	0.9981
0.40	0.4284	1.0	0.8427	2.4	0.9993
0.45	0.4755	1.1	0.8802	2.6	0.9998
0.50	0.5205	1.2	0.9103	2.8	0.9999

3、一块人造黄玉，化学分析结果得知这种人造黄玉是在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  中按置换的形式添加 0.5mol%NiO 和 0.02%mol $\text{Cr}_2\text{O}_3$  形成，（1）试写出其缺陷反应方程，（2）试写出这种黄玉的化学式和结构式（3）若假设固溶前后材料体积不变，试计算这种黄玉的理论密度变化了多少？

（原子量： $W_{\text{Al}}=26.98$ ,  $W_{\text{Ni}}=58.71$ ,  $W_{\text{Cr}}=52$ ,  $W_{\text{O}}=16$ ）

297

## Part 2 选做题

本部分内容考生可根据自己的具体情况, 选择其中的一套完成即可。

注: 只需选择完成其中的套一或套二, 若两套题都做, 则只按套一的成绩计。

套一

### 一、填空题 (每题3分, 共15分)

1. 在液相→固相转变中, 系统的自由焓变化为  $\Delta G_r = \Delta G_v + \Delta G_s$ , 其中  $\Delta G_v$  始终为 (1) 值, 而  $\Delta G_s$  始终为 (2) 值。
2. 初次再结晶的推动力为 (3)。
3. 铁电晶体具有很大的 (4), 其总偶极矩随电场强度变化, 在交流电作用下, 会形成 (5)。
4. 固相反应中的扩散动力学范围是指 (6)。
5. 作相图中界线上任意一点的切线, 若切线与界线相应的两晶相组成点连线的延长线相交, 则冷却时, 进行的是 (7) 过程, 如交点在两组成之间, 则进行的是 (8) 过程。

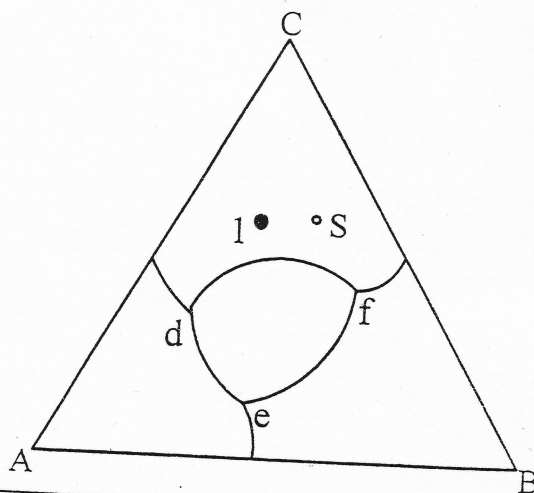
### 二、论述题 (第一题13分, 第二题12分, 第三题20分, 共45分)

1. 通过固相反应合成镁铝尖晶石时, 现可提供选择的原料为  $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{Mg(OH)}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , 从提高反应速率的角度出发, 选择什么原料较好? 试说明原因。(13分)

2. 什么是二次再结晶? 试从工艺角度分析二次再结晶产生的原因, 并简述采取什么措施可以控制二次再结晶的发生? (12分)

3. 如右图所示的A-B-C三元系统相图中, S为不一致熔融三元化合物。(20分)

- (1) 标出各晶相的初晶区;
- (2) 画出相界线的温度走向;
- (3) 确定相界线 de, ef, fd 的性质(用式子表示);
- (4) 确定无变量点 d, e, f 的性质(用式子表示);
- (5) 分析组成点 1 的冷却析晶过程。



298



套二

一、选择正确答案：(每题 1 分，共 10 分)

1. 纯金属结晶时，均匀形核临界晶核半径与非均匀形核临界晶核曲率半径相比  
(1) 前者大，后者小 (2) 前者小，后者大 (3) 相等 (4) 不确定
2. 冷变形金属的再结晶驱动力为  
(1) 变形贮存能 (2) 应变能 (3) 晶界能 (4) 残余内应力
3. 固溶体结晶的外部条件是必须存在  
(1) 能量起伏 (2) 结构起伏 (3) 浓度起伏 (4) 过冷度
4. 均匀形核的临界晶核半径与非均匀形核的临界晶核曲率半径相比，  
(1) 前者大 (2) 后者大 (3) 两者相等 (4) 后者与晶核体积有关
5. 造成 F-R 位错源开动使滑移系启动的临界切应力为  
(1)  $\tau_p = \frac{2G}{1-\nu} e^{-\frac{2\pi a}{(1-\nu)b}}$  (2)  $\tau_k = \sigma_s \cdot m$  (3)  $\tau_c = \frac{Gb}{l}$  (4)  $f = \tau b$
6. 在共晶成分附近的合金不平衡冷却条件下，有可能形成  
(1) 伪共晶组织 (2) 离异共晶组织 (3) 枝晶偏析 (4) 过饱和固溶体
7. 冷拔后的铜导线若要求具有较高强度，则合适的退火温度应是使其组织产生  
(1) 回复 (2) 再结晶 (3) 晶粒长大 (4) 退火孪晶
8. 能够发生交滑移的位错是  
(1) 刃型位错 (2) 螺型位错 (3) 塞积位错 (4) 任何位错
9. 变形组织是指金属在较大冷变形条件下形成的  
(1) 位错胞 (2) 纤维状晶粒 (3) 晶体择优取向 (4) 多边化组织形态
10. 分切应力与临界分切应力的主要区别之一在于  
(1) 前者为常数 (2) 后者为常数 (3) 前者的值较大 (4) 后者的值较大

二、说明下列概念为什么是错误的：(每题 2 分，共 20 分)

1. 固溶体不平衡结晶时，液固界面上固相成分沿相图固相平均成分线变化，液相成分沿相图液相平均成分线变化。
2. 由于  $\sigma_s = \sigma_0 + Kd^{-\frac{1}{2}}$ ，则  $\tau_k = \sigma_s \cdot m$  可以写成  $\tau_k = (\sigma_0 + Kd^{-\frac{1}{2}}) \cdot m$ 。
3. 仅有过共析钢组织中才存在二次渗碳体。
4. 液相部分混合条件下的固溶体合金定向凝固时，利用杠杆定律能够计算已凝固的固相重量百分数。
5. 液相完全混合条件下的固溶体合金定向凝固往往使合金棒中的成分偏析程度小于液相完全不混合时的情况。
6. 组织已全部为纤维状的冷变形晶粒金属在再结晶退火时，新的无畸变晶粒主要以凸出形核方式为主。
7. 纯金属凝固时，液-固界面前沿温度梯度越大，成分过冷区越大。

28.9



8. 孪生可造成多层晶面的切变，因此产生的塑性变形量一般要大于滑移。
9. 位错在晶体中沿滑移面运动造成塑性变形后，滑移面则变为面缺陷。
10. 金属凝固时的过冷度越大，其动态过冷度也应越大。

三、将纯铜液体及 Cu-3%Mg 合金液体分别浇注进入铸模进行结晶：（共 20 分）

1. 在相同工艺条件下浇注，两种金属铸锭何者的强度可能高一些？为什么？
2. 若对两种金属液体采用较快的冷却速度浇注，组织会发生何种变化？

四、对于铁碳合金，回答下列问题：（共 5 分）

为什么含碳 0.2% 的钢比含碳 1.0% 的钢容易进行压力加工？为什么含碳 3.5% 的合金不能进行压力加工？简述原因。

五、四块具有细等轴晶粒、厚度均为 100mm 的纯铝锭，分别冷轧至成厚度为 99mm、95mm、50mm 及 20mm 的四块铝板。若纯铝的再结晶温度为 240℃，四块铝板在 220℃ 退火后的光学及电子显微组织应有何变化？力学性能应有何变化？（共 5 分）