

2002 年硕士研究生入学考试试题

试题序号: 513 试题名称: 材料科学基础

(答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上一律不给分)

(试卷共 10 题, 每题 10 分)

1. 对 fcc 结构的晶体(点阵常数为 a)

(1) 分别计算原子在 $[100]$ 、 $[110]$ 和 $[111]$ 晶向上的原子密度, 并说明哪个晶向是密排方向;

(2) 计算原子在 (100) 、 (110) 和 (111) 晶面上的原子密度和三个面的面间距, 并指出面间距最大的晶面。

2. 在 fcc 晶体中存在两个位错 d_1 和 d_2 , 若 d_1 的位错线方向 $l_1/[11\bar{2}]$, 柏氏矢量 $b_1=a/2[\bar{1}10]$, d_2 的分别为: $l_2/[111]$, $b_2=a/2[110]$ 。

(1) 判断哪个位错为纯刃型位错, 并求出其半原子面指数及滑移面指数;

(2) 该刃型位错如果发生分解形成扩展位错, 试写出可能的位错反应并图示;

(3) 另外一个位错柏氏矢量的刃型和螺型分量模各为多少。

3. 对某简单立方单晶体,

其拉伸应力方向如图 1

所示。该晶体的滑移系

为 $\langle 100 \rangle\{100\}$ 。

(1) 求出每个滑移系的
分切应力;

(2) 判定哪几组滑移系
最容易开动。

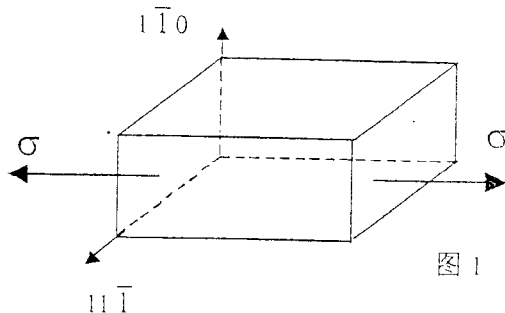


图 1

4. 有一合金试样其晶界能为 0.5J/m^2 , 在退火前原始晶粒直径为 $2.16 \times 10^{-3}\text{cm}$, 屈服强度为 108MPa 。对该合金在 700°C 退火 2 小时处理后其屈服强度降低为 82MPa 。在退火过程中保温 1 小时时测得该合金放出热量为 0.021J/cm^3 , 继续保温 1 小时测得该合金又放出热量 0.014J/cm^3 。求如果该合金只在 700°C 保温 1 小时后的屈服强度。

(已知合金单位体积内界面面积 S_v 与晶粒直径 d 之间得关系为 $S_v=2/d$, 且放出的热量完全由于晶粒长大、晶界总面积减少所致。)

5. Fe-3%Si 合金(bcc 结构)的点阵常数 $a=0.3\text{nm}$, 经形变后研究其回复再结晶机制。回复退火时材料发生多边形化过程, 观察到三个亚晶交于O点(图2)。经蚀坑法测得三段亚晶界(OA、OB 和 OC, 其长度均为 0.2mm)的刃型位错总数为 1.198×10^4 , 设它们均匀分布构成亚晶界 ($\alpha=120^\circ$, $\beta=80^\circ$)。

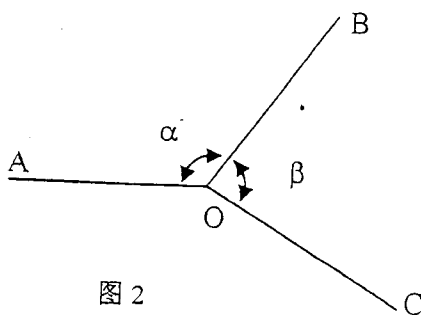


图 2

- (1) 求相邻亚晶间的位向差 θ ;
- (2) 若经再结晶后这些亚晶界在原来位置转变为大角度晶界, 且测得 OA 的晶界能为 0.8J/m^2 , 求其它两个晶界的晶界能。

6. 渗碳可提高钢的表面硬度。若在 1000°C 对 $\gamma\text{-Fe}$ 渗碳, 已知在距表面 1mm 至 2mm 之间, 碳浓度从 $5\text{at}\%$ (原子分数)降到 $4\text{at}\%$ 。估算碳进入该区域的扩散通量 $J(\text{atoms/m}^2\cdot\text{s})$ 。(已知 $\gamma\text{-Fe}$ 在 1000°C 时的密度为 7.63g/cm^3 , 扩散常数 $D_0=2.0 \times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$, 激活能 $Q=142\text{kJ/mol}$, Fe 的原子量为 55.85)。

7. 根据图3所示A-R 二元共晶相图(共晶温度为 600°C), 将 $w(\text{B})=10\%$ 的合金, 用同样成分的籽晶在固相无扩散、液相完全不混合的条件下进行定向凝固制成单晶, 为了保持液-固界面在整个凝固过程中处于平直状态, 试计算界面处液相所需的最小温度梯度(G)。(已知凝固速度 $R=1\text{cm/hr}$, $D=2 \times 10^{-5}\text{cm}^2/\text{s}$ 。)

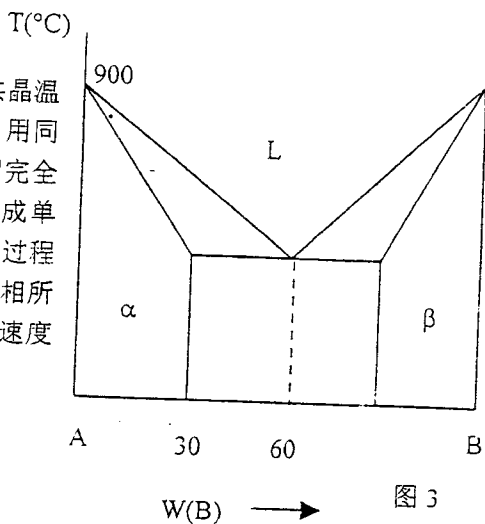


图 3

8. 画出线型非晶态高分子形变—温度曲线, 从分子运动的观点简述其三种力学状态产生的起因。

9. 根据 Ag-Cu 二元相图 (图 4)

- 1) 写出图中的液相、固相线、 α 和 β 相的溶解度曲线及三相恒温转变线;
- 2) 计算 Ag-60Cu(weight%)合金(y'y线)在 M 点对应温度下液相和 β 相的相对量;
- 3) 画出上述合金的冷却曲线及室温组织示意图;

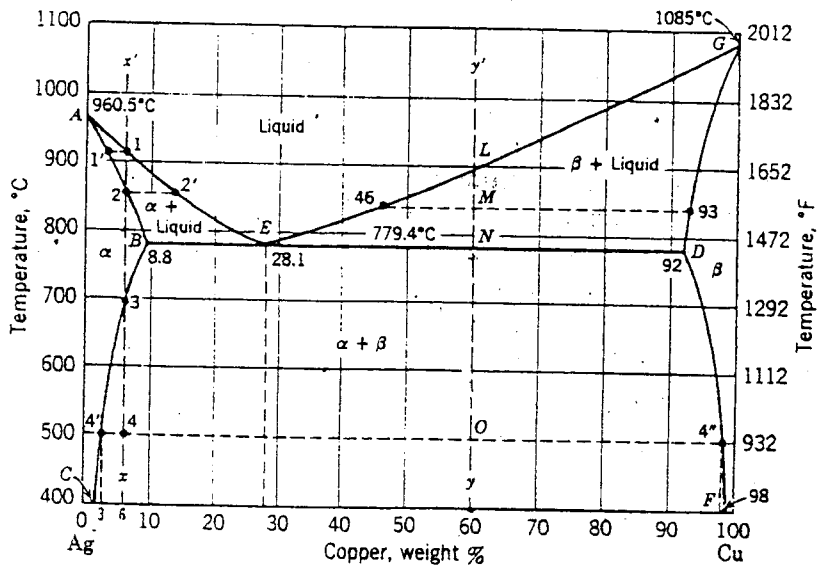


图 4

10. 在图示(图5)的固态完全不互溶的三元共晶相图中, a, b, c 分别是组元 A, B, C 的熔点, e_1, e_2, e_3 分别是 A-B, B-C, A-C 二元共晶转变点, E 为三元共晶转变点(已知 $T_a > T_c > T_b > T_{e3} > T_{e1} > T_{e2} > T_E$),

- 1) 画出以下不同温度(T)下的水平截面图;
 a) $T_c > T > T_b$; b) $T_{e3} > T > T_{e1}$; c) $T_{e2} > T > T_E$ d) $T \leq T_E$
- 2) 写出图中 O 合金的凝固过程及其室温组织。

