

《材料科学基础》试题

共 4 页

注：答题必须注明题号答在答题纸上，否则试卷作废！

一、解释下列名词 (3×8=24 分)：

晶胞、中间相、螺型位错、二次渗碳体、反应扩散、滑移、回复、动态过冷度

二、简答题 (5×8=40 分)

1 什么是克肯达尔效应 (Kirkendall effect)，它对材料的微观结构有什么影响。

2 什么是滑移线和滑移带，它们是如何在金属表面形成的。

3 什么是形变织构，它是怎样形成的，对材料的性能有何影响。

4 比较说明不平衡共晶和离异共晶的特点。

5 试讨论合金元素和晶粒尺寸对材料强度的影响规律。

6 置换固溶体和间隙固溶体有什么区别？影响置换固溶体固溶度的因素有哪些？

7 枝晶偏析是怎么产生的？如何消除枝晶偏析。

8 试述层错能和扩展位错之间的关系。

三、作图、计算题 (7×6=42 分) (注：气体常数 $R=8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

1 在某材料中形成空位的激活能为 $1.93 \times 10^5 \text{ J/mol}$ 。如果在 800°C 时，10000 个原子中有一个空位，试问在什么温度时，1000 个原子中有一个空位。

2 已知 1100°C 和 1300°C 时镓在硅中的扩散系数为 $8 \times 10^{-13} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ 和 $1 \times 10^{-10} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ 。试求在此温度范围内镓在硅中的扩散常数 D_0 和扩散激活能 Q ，并计算 1200°C 时镓在硅中的扩散系数。

3 某 A-B 二元合金相图中，合金 1 含有 30% B 而合金 2 含有 50% B，当两种合金平衡冷却到温度 T 时都位于同一个液固两相区。如果此时合金 1 中的液相相对量为 0.8，合金 2 中的液相相对量为 0.4，请计算在温度 T 时的平衡液相和固相的成分。

4 画出图 1 所示包晶相图在温度 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 下的吉布斯自由能-成分曲线。

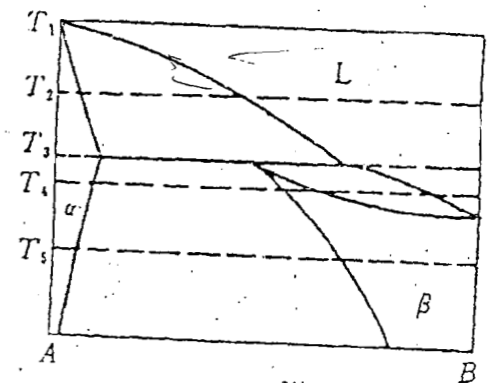


图 1

5 在立方晶系的一个晶胞中画出同时位于 (101) 、 (011) 和 (112) 晶面上的 $[11\bar{1}]$ 晶向。

6 设球形晶核时其晶核为球形，试证明临界形核功 ΔG_k 与临界晶核体积 V_c 和液固两相单位吉布斯自由能之差 ΔG_v 之间的关系为：

$$\Delta G_k = -\frac{1}{2} V_c \Delta G_v$$

$$\Delta G_k = \sigma G_v \cdot V + S \sigma$$

四、综合题 (44 分)

1. (10 分) 图 2(a) 是固态有限互溶的三元共晶相图的投影图, 图 2(b) 为 VW 垂直截面图。(1) 请填充图 2(b) 中的相区; (2) 分析合金 P 从液态到室温的平衡凝固过程, 并写出该合金室温下的平衡组织; (3) 写出合金 P 在室温时的相组成物相对量的表达式。

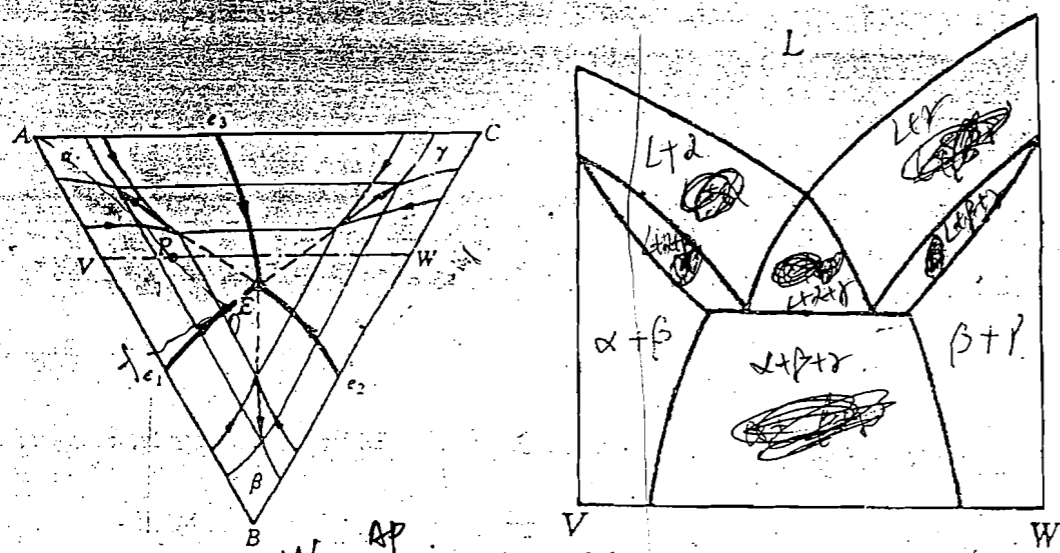


图 2(a)

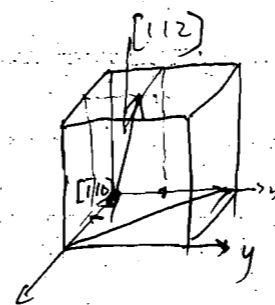
图 2(b)

2. (14 分) 设面心立方晶体的 $(11\bar{1})$ 为滑移面, 位错滑移后的滑移矢量为 $\frac{a}{2}[\bar{1}10]$, 晶胞的点阵常数为 0.365 nm 。

- (1) 在晶胞中画出柏氏矢量 b 的方向并计算出其大小;
- (2) 在晶胞中画出引起该滑移的刃型位错和螺型位错的位错线方向, 并写出它们的晶向指数;
- (3) 计算该滑移面的晶面间距。

3. (14 分) 有 2 kg 的含碳 0.45% 的铁-碳合金, 请用冷却曲线和组织示意图分析该合金从液态平衡冷却至室温的转变过程, 说明各阶段的组织, 并分别计算室温下的相组成物和组织组成物的重量。如果该合金在较快冷却速度下结晶, 室温组织与平衡状态下有何不同?

4. (6 分) 某车间用冷拉钢丝绳吊运出炉热处理工件去淬火, 钢丝绳的承载能力远超过工件的重量, 但在工件吊运过程中, 钢丝绳发生断裂, 请分析其断裂原因。



$$|\vec{b}| = \frac{a}{2} \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} a$$

刃型: $[\bar{1}10]$

$$\begin{aligned} \text{螺型: } \left| \begin{matrix} 1 & 1 & \bar{1} \\ \bar{1} & 1 & 0 \end{matrix} \right| &= \left| \begin{matrix} 1 & -1 \\ 1 & 0 \end{matrix} \right| : \left| \begin{matrix} -1 & 1 \\ 0 & -1 \end{matrix} \right| : \left| \begin{matrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{matrix} \right| \\ &= 1 : 1 : 2 \\ &= [112] \end{aligned}$$

$$d = \frac{a}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2}} = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$