

北京科技大学

2005 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 414 试题名称: 金属学 (共 3 页)

适用专业: 材料加工工程、材料学、材料科学与工程

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。统考生做 1 至 9 题; 单考生做 1 至 6 题、10 至 12 题。考试用具: 直尺, 计算器。考试时间 3 小时, 共 150 分。

1. 晶体结构 (20 分)

- (1) 什么是晶面族? $\{111\}$ 晶面族包含哪些晶面? 6 分
- (2) 面心立方结构金属的 $[100]$ 和 $[111]$ 晶向间的夹角是多少? $\{100\}$ 面间距是多少? 6 分
- (3) 面心立方结构和密排六方结构金属中的原子堆积方式和致密度是否有差异? 请加以说明。8 分

2. 合金相 (15 分)

- (1) 解释间隙固溶体和间隙相的含义, 并加以比较。10 分
- (2) 为什么固溶体的强度常比纯金属高? 5 分

3. 晶体缺陷 (15 分)

- (1) 晶体内若有较多的线缺陷 (位错) 或面缺陷 (晶界、孪晶界等), 其强度会明显升高; 这些现象称为什么? 强度提高的原因是什么? 10 分
- (2) 上述的两类缺陷是怎样进入晶体的? 举例说明? 如何提高这些缺陷的数目? 5 分

4. 相图热力学 (10 分)

利用图 1 的自由能-成分曲线说明, 共切线将成分范围分成三个区域, 各区域内哪些相稳定? 为什么?

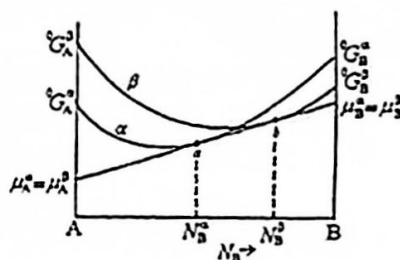


图 1 A-B 二元合金某一温度下两相自由能与成分的关系

5. 凝固 (20 分)

- (1) 相同过冷度下比较均匀形核与非均匀形核的临界半径、临界形核功、临界晶核体积, 哪个大? 9 分
- (2) 合金凝固时的液/固界面前沿通常比纯金属液/固界面前沿更容易出现过冷? 为什么? 5 分
- (3) 典型的金属 (如铁) 和典型的非金属 (如硅, 石墨) 在液相中单独生长时的形貌差异是什么? 6 分

6. 扩散 (20 分)

- (1) 菲克第二定律的解之一是误差函数解, $C = A + B \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$; 它可用于纯铁的渗碳过程。若温度固定, 不同时间碳的浓度分布则如图 2。已知渗碳 1 小时后达到某一特定浓度的渗碳层厚度为 0.5mm; 问再继续渗碳 8 小时后, 相同浓度的渗层厚度是多少? 10 分

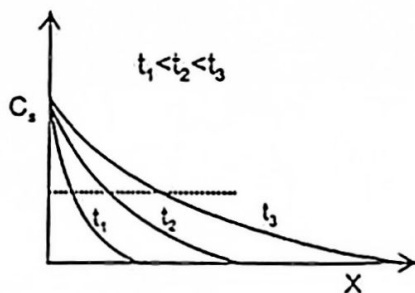


图 2

(2) 图 3 为测出的钽在不同温度及以不同方式扩散时扩散系数与温度的关系, 从该实验数据图中能得出哪些信息? 10 分

7. 形变 (20 分)

(1) 常温下金属塑性变形有哪些主要机制? 它们间的主要差异是什么? 5 分

(2) 面心立方金属铜在三种不同条件下的真应力-应变曲线如图 4。说明它们可能是在怎样的温度和应变速率下形成的? 为何有这样的形状? 8 分

(3) 什么是上、下屈服点效应 (在纯铁或低碳钢中)? 原因是什么? 7 分

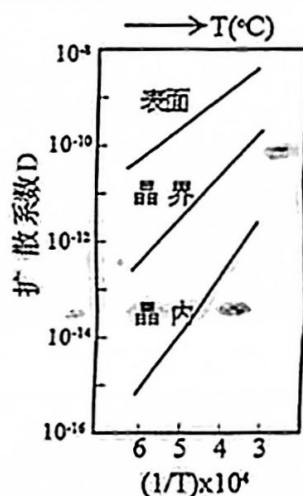


图 3

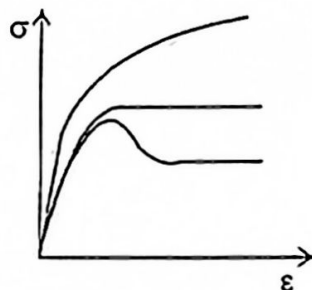


图 4

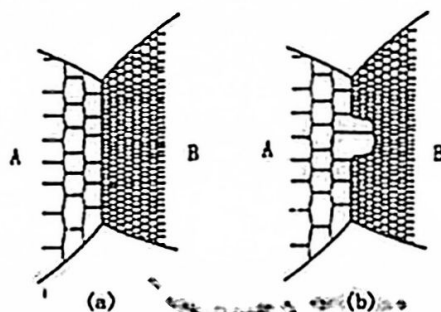


图 5

8. 再结晶 (20 分)

(1) 给出金属发生再结晶的基本条件 (驱动力): 5 分

(2) 指出再结晶、结晶、固态相变之间的主要区别: 5 分

(3) 图 5 示意画出一种常见的再结晶形核机制, 请解释该地点优先形核的原因和形核过程。5 分

(4) 再结晶动力学公式为 $X = 1 - e^{-kt^n}$, 各参数表示的含意是什么? 以 $X-t$ 的关系作图, 曲线的形状大致是怎样的? 如何处理可得一条直线? 处理成直线有何用途? 5 分

9. 固态相变 (10 分)

图 6 为两组铝铜合金的时效强化曲线: 讨论成分变化及时效温度对力学性能 (这里是硬度值) 的影响, 分析可能的原因。

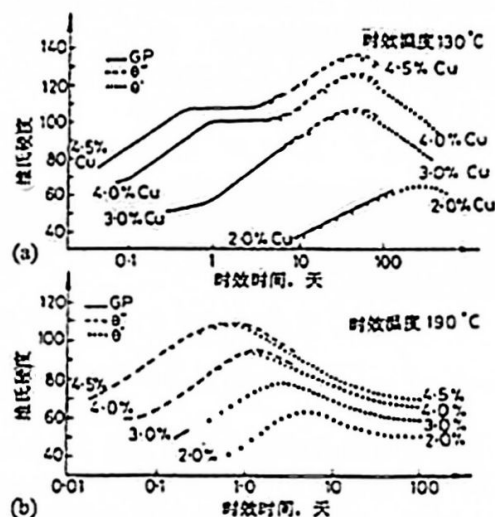


图 6

10、固态相变 (15 分)

(1) 简述时效(强化)处理的工艺路线及原理。7分

(2) 同素异晶转变, 马氏体相变, 脱溶转变有何主要区别? 8 分

11、形变 (15 分)

简述单向压缩条件下，形变量、形变温度对金属组织及性能的影响（包括晶粒形状和位错亚结构的变化）？可用示意图表示。

12. 铁碳相图 (20 分)

(1)图 7 为铁碳相图及 3 个不同成分(设为 0.45%C, 3.4%C, 4.7%C)的铁碳合金缓冷凝固组织(包括随后的固态相变;硝酸酒精浸蚀)。说明它们各是哪个成分的铁碳合金,为什么? 8 分

(2)分析图 7d 组织的凝固过程;并计算该合金中白色长条状组织的重量相对量(Fe_3C 含 6.69% C)。
12 分

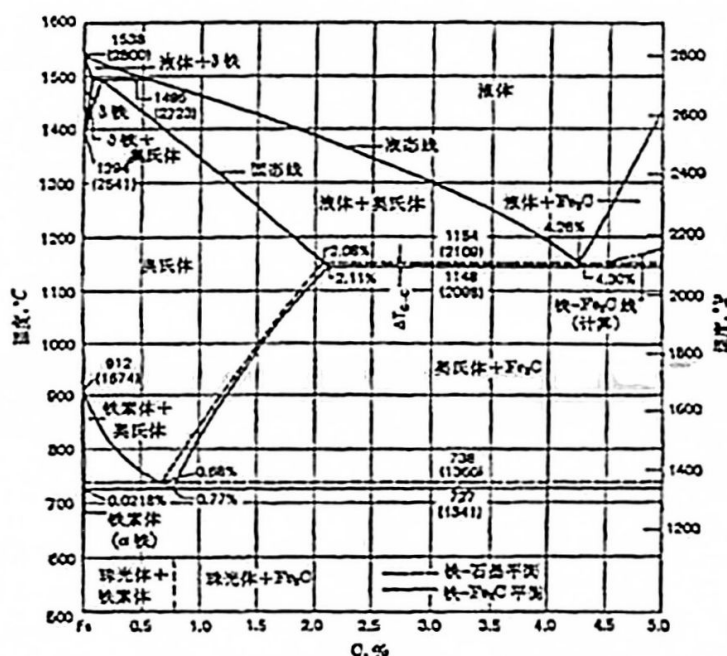


图 7 铁碳相图及组织: (a)相图



图 7(b)

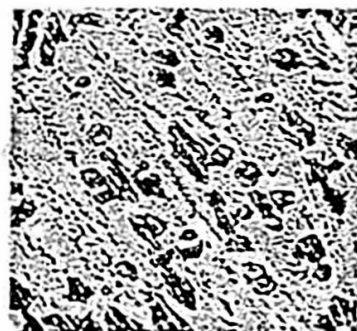


图 7(c)



图 7(d)