

四川大学

2014 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

科目代码: 848 #

适用专业: 材料学、纳米材料与纳米技术、生物医学工程、材料工程

(试题共 2 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不加分)

一、填空 (每空 2 分, 共 40 分)

1. _____是在置换固溶体中由于两组元的原子以不同的速率相对扩散而引起标记面漂移的现象。若 Cu-Al 组成的扩散偶发生扩散时, 标记物会向_____方向移动。
2. _____是指晶体的滑移在两组或者更多的滑移面上同时进行或者交替进行。
3. 配位数是指晶体结构中, 与任一原子最_____并且_____相等的原子数。
4. 相交和平行于某一晶向直线的所有晶面的组合称为_____, 此直线叫做_____。
5. _____是指晶核长大所需的界面过冷度, 是材料凝固的必要条件。
6. 正常价化合物是由两种_____差值较大的元素按通常的_____规律形成的化合物。
7. 二次固溶体是指以_____为基形成的固溶体。
8. 具有同素异构转变的合金可以通过_____和_____这两种热处理工艺来细化晶粒。
9. 渗碳处理常常在 Fe-Fe₃C 相图中的_____组织区中进行, 这是因为碳在_____组织中的浓度梯度比在_____组织中的大。
10. 合金凝固过程中, 由于_____中溶质的分布发生变化而改变了_____温度, _____中的实际温度低于由溶质分布所决定的_____温度时产生的过冷, 称为成分过冷。

二、判断正误 正确的划“√”, 错误的划“×” (每个 2 分, 共 24 分)

1. 相互平行、方向一致的晶向, 其晶向指数相同。 ()
2. 纯金属凝固时, 晶核长大以垂直长大机制生长时, 由于只需克服原子间结合力, 而无其他能量障碍, 而且在添加位置方面没有限制, 长大速度很快。 ()
3. 大多数固相反应是由扩散速率所控制的。 ()
4. 从理论上来说, 正常凝固也能起到提纯合金作用, 但提纯效果不如区域熔炼。 ()
5. 点缺陷的存在会造成点阵畸变, 使晶体的内能升高, 降低晶体的热力学稳定性。 ()

6. 柯垂尔气团是指溶质原子在刃型位错线周围聚集的现象。这是有些金属出现屈服现象的原因。 ()
7. 相律只能表示体系中组元和相的数目, 不能指明组元或相的类型和含量。 ()
8. 合金中的固溶体的固溶度随温度升高而升高。 ()
9. 扩散原子近旁如果存在空位, 就可以实现空位扩散。 ()
10. 有序-无序转变是指晶体与非晶体之间的转变。 ()
11. 合金熔液在非平衡凝固条件下, 先结晶的树枝晶枝干含低熔点组元较多, 后结晶的树枝晶枝间含高熔点组元较多, 造成晶内偏析。 ()
12. 与高温下共晶转变产物 Ld 相比, 变态莱氏体 Ld' 的组成相和组织形态特征都发生了变化。 ()

三、简答题 (每个 8 分, 共 48 分)

1. 有两批工业纯铝的试样分别于 8 月 5 日和 8 月 10 日以相同的变形量进行轧制, 并于 8 月 10 日同时进行再结晶退火。实验发现采用相同的退火时间, 两批试样需要完成再结晶的温度不同, 你认为哪批试样的再结晶温度较高? 为什么?
2. 画出并叙述金属变形过程中位错的增殖机制。
3. 什么是形变织构? 有哪几类? 如何表示?
4. 比较平衡冷却状态的 45 钢 (0.45%C) 与 T8 钢 (0.77%C) 的硬度与塑性, 简述原因。
5. 简述中间相的性能特点, 从结合键的角度分析为什么中间相具有这样明显不同于各组元的性能?
6. 分析层错能对热塑性变形的影响。

四、综合题 (共 38 分)

1. (10 分) 标出图 1 所示 HCP 晶胞中晶面 ABCDEF 面、ABO' 面的晶面指数, OC 方向、OC' 方向的晶向指数。这些晶面与晶向中, 哪些可构成滑移系? 指出最容易产生滑移的滑移系。
2. (12 分) 什么是面角位错? 试分析并画出 FCC 晶体中面角位错的形成过程。
3. (1) 绘出 Fe-Fe₃C 系合金相图, 注明各重要点的字母、成分、温度, 并标明各相区。 (4 分)
(2) 写出相图中三个等温反应式。 (2 分)
(3) 分析含碳量为 1.2% 的合金的平衡凝固过程, 画出冷却曲线, 并描述其室温平衡组织形貌 (可用示意图表示); 计算其在室温下的组织组成物的相对百分含量。 (6 分)
(4) 画出 Fe-Fe₃C 合金在 1180℃ 时的成分-自由能曲线示意图。 (4 分)

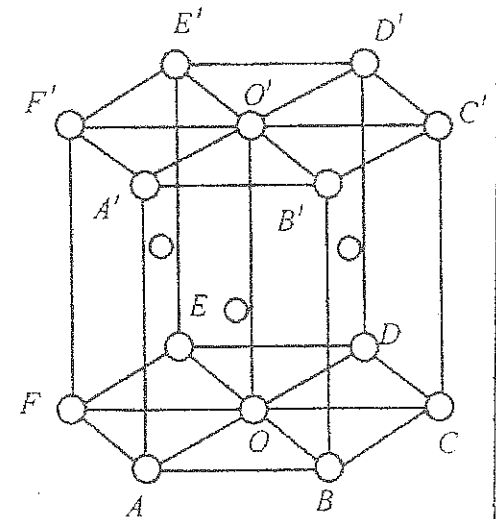


图 1

四川大学

2016 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

科目代码: 848 #

适用专业: 材料学、纳米材料与纳米技术、航空航天材料科学与技术、生物医学工程、材料工程

(试题共 3 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不记分)

一、填空题 (30 分)

- 1、面心立方结构的金属的致密度是 (1), 配位数是 (2), 体心立方结构的金属的致密度是 (3)。
- 2、立方晶体中 (110) 和 (21 $\bar{1}$) 所属于晶带的晶带轴指数为 (1)。
- 3、面心立方晶体中两种不全位错, 分别是 (1) 和 (2)。
- 4、位错的能量 (E) 与其 Burgers 矢量 (b) 的关系是: (1)。
- 5、原子或分子在固体中扩散的驱动力是 (1)。
- 6、A、B 两种组元形成固溶体, 当原子的结合能满足 (1) 关系时, 溶质原子倾向于无序分布; 当原子的结合能满足 (2) 关系时, 溶质原子呈偏聚状态。
- 7、形变金属发生再结晶过程后期晶粒长大阶段的驱动力是 (1)。
- 8、固溶体合金的结晶温度范围越大, 则合金的流动性越 (1), 偏析程度越 (2)。
- 9、亚共析钢在室温下的平衡组织是 (1), 过共析钢在室温下的平衡组织是 (2)。

二、对于点阵常数为 a 的 FCC 晶体 (20 分)

- (1) 请画出 (111)、(100)、(110)、(210) 晶面
- (2) 请画出 [111]、 $[\bar{1}10]$ 、 $[00\bar{1}]$ 、 $[211]$ 晶向
- (3) 设该 FCC 晶体的原子半径为 0.1243nm, 计算出该晶体的点阵常数。
- (4) 哪些晶面属于 [001] 晶带轴;
- (5) 计算 (100)、(110) 晶面间距

三、晶体缺陷 (30 分)

- (1) 如何定义螺型位错和刃型位错?
- (2) 位错的运动的基本方式是什么? 位错运动方向与柏氏矢量和晶体滑移方向有什么关系。
- (3) 简述位错反应的几何条件和能量条件, 然后从位错反应的几何条件和能量条件判断下列两个位错反应能否进行。

$$a[100] \rightarrow a[111]/2 + a[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]/2 \quad (1)$$

$$a[\bar{1}10]/2 \rightarrow a[\bar{2}11]/6 + a[\bar{1}2\bar{1}]/6 \quad (2)$$

- (4) 什么是扩展位错和扩展位错的组态? 两不全位错的间距与什么有关?
- (5) 什么是面角位错 (Lomer-Cottrell 位错)? 有何特点, 对金属材料的力学性能有何影响?

四、已知碳在 γ -Fe 中的扩散常数 $D_0=2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, 扩散激活能 $Q=140 \times 10^3 \text{ J/mol}$,

- (1) 求 870°C, 970°C 碳在 γ -Fe 中的扩散系数; (2) 在其它条件相同的情况下于 870°C 和 970°C 各渗碳 10 小时, 求在两个温度下的扩散距离之比; 这个结果说明了什么问题 (20 分)。已知气体摩尔常数 $R=8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

- 五、什么是成分过冷? 以 $k_0 < 1$ 的合金为例, 定性分析在正温度梯度下, 合金凝固过程中产生成分过冷的原因, 它对合金凝固过程中的液-固界面形态和凝固组织有何影响。 (20 分)

六、已知 Mg-Zn 二元系统的相图如下图所示，采用传统金属模铸造、成分为 Mg-2.2at.%Zn（原子百分数）的镁-锌二元合金，根据相图回答如下问题：（30 分）

- (1) 凝固过程中可能形成的偏析有哪些？是否能够通过均匀化处理来消除？
- (2) 分析缓慢冷却到室温的过程中，相的构成及组织特点。
- (3) 如果希望通过热处理强化，应该采用什么热处理工艺？并分析所发生的相变和强化机理？

