

河北工业大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A]

科目名称 材料科学基础 科目代码 435 共 4 页
 适用专业 材料学、材料物理化学、材料加工工程

注：1、所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

2、以下两部分试题任答其中一部分，不许混答，答两部分者成绩无效。

第一部分

一、选择填空题（单选）（10 分，每题 1 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

1. 氯化钠属于_____。

- (A) 体心立方点阵 (B) 面心立方点阵 (C) 简单立方点阵

2. 在晶体结构中形成空位的同时又产生间隙原子，这样的缺陷是_____。

- (A) 肖脱基空位 (B) 弗仑克尔空位 (C) 线缺陷

3. 在体心立方晶体中 $\vec{b} = a[100]$ 的位错_____分解为 $\frac{a}{2}[111] + \frac{a}{2}[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$ 。

- (A) 不能 (B) 能 (C) 可能

4. 菲克第一定律描述了稳定态扩散的特征，即浓度不随_____变化。

- (A) 距离 (B) 时间 (C) 温度

5. C 原子在 γ 中的扩散，从扩散机制而言，属于_____。

- (A) 空位扩散 (B) 间隙扩散 (C) 原子扩散

6. 工业中常在 930~950℃ 温度采用低碳钢(0.2%)渗碳，使钢表面的含碳量升高(一般为 0.8~1.0%C)，其扩散的驱动力为_____。

- (A) 组元的浓度梯度 (B) 组元的化学位梯度 (C) 温度梯度

7. (112)、 $(\bar{1}10)$ 和 (123) 晶面为共带面，其晶带轴的晶向指数为_____。

- (A) $[111]$ (B) $[1\bar{1}\bar{1}]$ (C) $[\bar{1}\bar{1}1]$

8. 面心立方结构的晶体的滑移面、层错面和孪晶面是_____。

- (A) $\{111\}$ (B) $\{112\}$ (C) $\{123\}$

9. 面心立方结构中 $\{110\}$ 晶面族的面间距是_____。

- (A) $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ (B) $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ (C) $\sqrt{2}a$

10. 在某一 ΔT 下，大于临界晶核半径的晶胚都能够长大，因为这样的晶胚形成时，使系统自由能的变化_____。

- (A) $\Delta G > 0$ (B) $\Delta G < 0$ (C) $\Delta G \downarrow$

二、是非题，对的画（√），错的划（×）（10 分，每题 1 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

1. 面心立方结构的晶体密排晶面族为 $\{111\}$ ，密排晶面的堆垛方式是 ABABABAB..... ()

2. fcc、bcc 和 hcp 三种晶体结构的材料中，最容易发生孪生变形的材料是 bcc。 ()

3. 过冷是结晶的必要条件， $\Delta T \geq \Delta T_k$ 是结晶的充要条件。 ()

4. 形成临界晶核时，体积自由能的减少只能补偿表面能的 $\frac{1}{3}$ 大小。 ()

5. 刃型位错在正应力的作用下可以进行攀移运动，压应力将引起正攀移，拉应力将引起负攀移。 ()

6. 冷变形金属加热时可以发生回复和再结晶，点缺陷浓度明显下降是因为发生了再结晶的结果。 ()

7. 在三元相图，三相区的等温截面图是一个共轭三角形，其顶点触及三个单相区。 ()

8. 空位扩散较间隙扩散困难，原因是空位扩散激活能大于间隙扩散。 ()

9. bcc 结构晶体的 $(\bar{1}10)$ 滑移面上的滑移方向为 $[11\bar{1}]$ 和 $[\bar{1}11]$ 。()

10. 肖克利部分位错的柏氏矢量为 $\frac{a}{6}\langle 112 \rangle$, 是不可滑移型位错。()

三、名词解释 (25 分, 每题 5 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 空间点阵与晶体结构 2. 晶胚与临界晶核 3. 滑移与攀移 4. 过冷度与过冷现象 5. 奥氏体与铁素体

四、问答题 (60 分, 每题 15 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 对于 bcc 结构的晶体, 点阵常数为 a : (15 分)

(1) 画图并计算 bcc 结构晶体的八面体和四面体间隙半径大小;

(2) 说明铁素体中的 C 原子位于何种类型的间隙之中, 并说明原因。

2. 固溶体合金液相完全无混合凝固, 相图为 $K_0 < 1$, 合金成分为 C_0 : (15 分)

(1) 画图并说明产生成分过冷的过程;

(2) 定义何谓成分过冷?

3. 在 fcc 结构的单晶体中位于两个相互交叉的滑移面 (111) 和 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 上

有两个 $\vec{b}_1 = \frac{a}{2}[10\bar{1}]$ 和 $\vec{b}_2 = \frac{a}{2}[011]$ 的单位位错, 位错线分别为 PP' 和 QQ' , 该位错在切应力作用下向两晶面的交线 BE 方向运动, 相遇并发生位错反应 (图 1): (15 分)

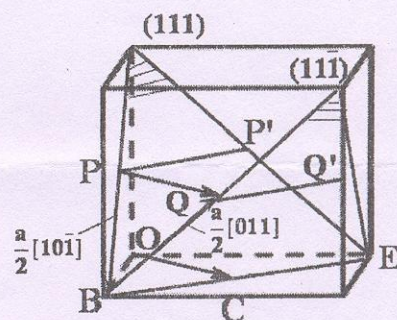


图 1

(1) 写出位错反应式并判断该反应能否进行?

(2) 确定形成新位错的类型 (滑移型或不可滑移型), 并说明原因。

(3) 如果位于 (111) 和 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 晶面上的单位位错 $\vec{b}_1 = \frac{a}{2}[10\bar{1}]$ 、 $\vec{b}_2 = \frac{a}{2}[011]$ 可以在各自的滑移面内分

解成扩展位错, 试写出位错分解的反应式。

4. 何谓固溶强化? 试用位错理论解释固溶强化的位错机制? (15 分)

五、对 Fe-Fe₃C 相图回答下列问题: (30 分, 答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 说明 Fe-Fe₃C 相图中三条水平线的意义并写出反应式。(5 分)

2. 写出纯铁的同素异晶转变式, 并说明在相图中是如何表示的。(3 分)

3. 分析含碳量为 4.30% 的 Fe-C 合金平衡结晶过程, 画出冷却曲线、写出反应式及室温组织。并求室温组织中 Fe₃C_{II}、Fe₃C_{共晶} 和 Fe₃C_{共析} 的相对重量。(10 分)

4. 有一含碳量 2.0% 的铁碳合金试样, 室温组织中观察到少量莱氏体, 试分析其原因。(2 分)

5. 解释下列概念: (10 分)

(1) 钢可以锻造而白口铁不可以锻造; (2) 退火态 45 钢的强度、硬度高于 20 钢;

(3) T12 钢的强度低于 T10 钢。

六、三元合金相图 (15 分, 每题 5 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 作 A-H 变温截面图, 用相组成填写相图各区并说明该截面图上

三元合金成分特点 (图 2); (5 分)

2. 分析三元合金 1、2 的平衡结晶过程, 写出反应式及室温组织。(5 分)

3. 说明图 3 变温截面图

中的四相平衡转变类

型并写出反应式。(5 分)

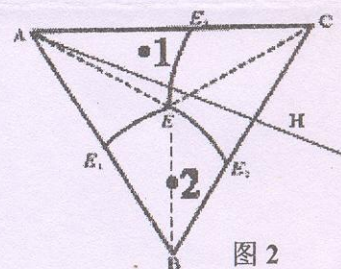


图 2

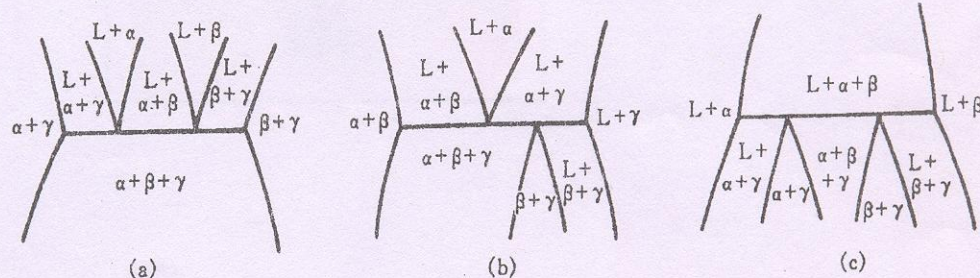


图 3

第二部分

一、名词解释（20分，每题4分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、置换固溶体和间隙固溶体
- 2、屈氏体和回火屈氏体
- 3、晶界和亚晶界
- 4、伪共晶和离异共晶
- 5、奥氏体的起始晶粒度和本质晶粒度

二、填空（20分，每空1分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、铁碳合金中二次渗碳体和三次渗碳体最大可能含量分别为_____、_____。
- 2、固液界面的微观结构为_____，_____。界面的微观结构不同，其晶体长大机制不同。_____界面的晶体长大机制为_____，_____界面的晶体长大机制为_____，_____界面的晶体长大机制为_____。
- 3、晶体结构可以看成由许多密排面按一定顺序堆垛而成。如面心立方晶格是以密排面_____按_____顺序堆垛的，密排六方晶格是以密排面_____按_____顺序堆垛的，体心立方晶格是以_____按_____顺序堆垛的。
- 4、面心立方晶体中单位位错的柏氏矢量为_____，体心立方晶体中单位位错的柏氏矢量为_____，密排六方点阵的单位位错的柏氏矢量为_____。
- 5、消除魏氏组织的方法_____。

三、简答题（60分，每题15分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、试用多晶体的塑性变形过程说明金属晶粒越细强度越高、塑性越好的原因。
- 2、何谓成分过冷判据？成分过冷的大小受哪些因素的影响？它是如何影响着晶体的生长

方式和晶体形态的？

3、分析回复和再结晶阶段空位和位错的变化及其对性能的影响。

4、简述钢中板条马氏体和片状马氏体的形貌特征和亚结构，并说明它们在性能上的差异。

四、论述题（50 分，每题 25 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

1、试比较贝氏体转变、珠光体转变和马氏体转变的异同？

2、利用 Fe—Fe₃C 相图说明铁碳合金的成分、组织、力学性能和铸造性能（流动性、缩孔缩松倾向）之间的关系。

科目名称 《材料科学基础》 科目代码 880 共 3 页
适用专业 材料学、材料物理化学

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、选择题 (每小题 2 分，共 20 分)

1. 在晶体中既有空位又有间隙原子存在的点缺陷为_____。
(A) 肖脱基空位 (B) 弗兰克尔空位 (C) 线缺陷
2. 在立方晶系中，晶向指数与晶面指数满足条件 $hu+kv+lw=0$ 时，晶向与晶面满足_____。
(A) 平行； (B) 垂直； (C) 既不平行又不垂直。
3. 晶粒细化会使材料的_____。
(A) 强度硬度高，塑性韧性好 (B) 强度硬度高，塑性韧性差 (C) 强度硬度低，塑性韧性好
4. 原子扩散的驱动力是_____。
(A) 浓度梯度 (B) 温度梯度 (C) 化学位梯度
5. 形成临界晶核时体积自由能的减少只能补偿表面能的_____。
(A) $\frac{1}{3}$ (B) $\frac{2}{3}$ (C) $\frac{3}{4}$
6. 在二元合金平衡相图中，杠杆定律只适用于_____。
(A) 单相区 (B) 两相区 (C) 三相平衡水平线上
7. 在晶体中能够进行交滑移的位错是_____。
(A) 刃型位错 (B) 螺型位错 (C) 刃型位错和螺型位错
8. 对冷变形金属加热发生回复的驱动力是_____。
(A) 界面能的降低 (B) 点阵畸变能的降低 (C) 点阵畸变能的升高
9. 平衡态白口铸铁和碳钢的显微组织的主要区别是_____。
(A) 有珠光体 (B) 有 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ (C) 有莱氏体

10. 位错最重要的性质是可以在晶体中运动，其中_____。

(A) 刃型位错即可滑移又可攀移，螺型位错只作滑移；

(B) 刃型位错只作滑移，螺型位错即可滑移又可攀移；

(C) 刃型位错只作攀移，螺型位错即可滑移又可攀移。

二、解释概念 (每一小题 4 分，共 32 分)

1. 晶面指数与晶向指数

2. 刃型位错与螺型位错

3. 间隙固溶体与间隙相

4. 伪共晶与离异共晶

5. 热过冷度与动态过冷度

6. 珠光体与莱氏体

7. 直线法则与重心法则

8. 间隙扩散与空位扩散

三、综合问答题 (每小题 8 分，共 40 分)

1. 写出面心立方结构的所有滑移系 (具体指数)。(8 分)

2. Al-Si 二元合金相图如图 1 所示，稍大于共晶点成分的过共晶合金快速冷却，回答下列问题：(共 8 分)

①画出伪共晶区，并说明伪共晶区形成的原因？(4 分)

②写出该合金快速冷却到室温得到何种组织？为什么？(4 分)

3. 试给出位错运动的点阵阻力与晶体结构的关系式；并说明晶体滑移通常发生在原子的最密排晶面和该面上密排晶向的原因。并指出铜、铬、镁金属中位错运动时点阵阻力较小的晶面族和晶向族。(8 分)

4. 依据 Cu-Zn 二元合金相图 (图 2) 回答下列问题：(共 8 分)

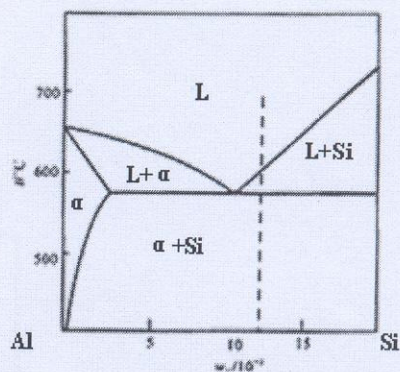


图 1

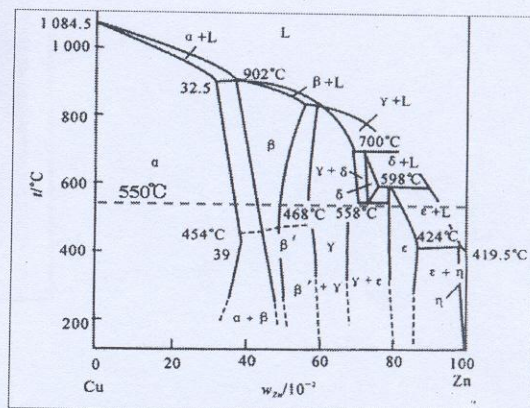


图 2

(1) 画出 Zn 原子在 550℃ 向 Cu 原子中扩散 5 小时后的扩散层组织示意图, 并标出扩散层组织中各相名称; (4 分)

(2) 说明 Zn 原子向 Cu 原子中扩散机制及扩散类型。(4 分)

5. 用箭头对图 3 晶粒分别标出: (共 8 分)

(1) 由点阵畸变能驱动各段晶界的迁移方向。(4 分)

(2) 由界面能驱动各段晶界的迁移方向。(4 分)

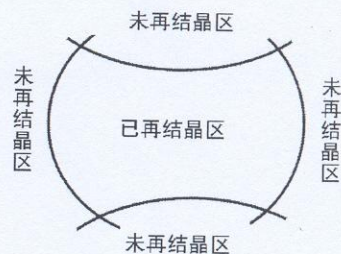


图 3

四、面心立方结构晶体中有一单位位错, 其 $\vec{b} = \frac{a}{2}[\bar{1}10]$: (共 15 分)

1. 试问该单位位错能够在 $\{111\}$ 晶面族的那些晶面上存在? 并画图表示出该晶面和单位位错柏氏矢量。(3 分)

2. 若该位错为单位刃型位错, 位错线的方向为_____;(2 分)

3. 若该位错为单位螺型位错, 位错线的方向为_____, 位错线运动方向是_____;(4 分)

4. 若该单位螺型位错能够在滑移面上分解, 写出位错分解的反应式, 并说明位错的类型。(6 分)

五、依据 Fe-Fe₃C 相图回答下列问题 (每一小题 6 分, 共 30 分, 必要时在答题纸上画草图)

1. 写出 Fe-Fe₃C 相图中固态下基本相的名称, 并说明各相的结构及类型?

2. 分析 45 钢平衡结晶过程, 写出三相平衡反应式及室温组织。

3. 写出 45 碳钢和 4.3%C 合金在 1000℃ 时的组织, 并比较两种合金在此温度时的锻造性能的好坏? 说明原因。

4. 求 4.3% 的 Fe-C 合金平衡结晶室温组织中 Fe₃C 共晶、Fe₃C 共析和 Fe₃C_{II} 的相对重量。

5. 试分析含碳量对 Fe-C 合金组织及力学性能的影响。

六、三元合金相图 (图 4), 回答下列问题: (共 13 分)

1. 分析 O、h 合金的平衡结晶过程, 写出三相平衡及四相平衡反应式及室温组织。(6 分)

2. 作 r-s 变温截面图, 填写各相区, 并说明该面上的三元合金成分特点。(4 分)

3. 求合金 0 室温相组成物的相对重量。(3 分)

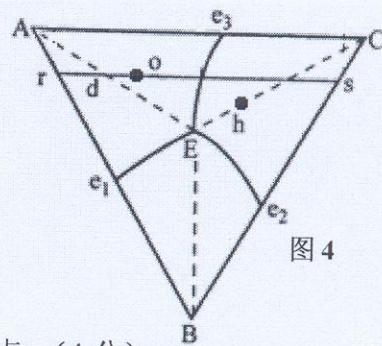


图 4

科目名称 《材料科学基础》 科目代码 880 共 3 页
适用专业 材料学、材料物理与化学

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、选择题 （每小题 2 分，共 20 分）

1. 在立方晶系中，若某一晶向指数和晶面指数的数字顺序和符号完全相同，则该晶向和该晶面之间互相_____。
A. 平行 B. 垂直 C. 成 45° 夹角
2. 符号 $\{225\}$ 表示一个_____。
A. 晶面族 B. 晶面 C. 晶向族
3. 对于大型铸件，为细化其晶粒，常采用_____方法来进行处理。
A. 增大过冷度 B. 孕育处理 C. 降低冷却速度
4. 一根弯曲的位错线，_____。
A. 具有唯一的位错类型 B. 具有唯一的柏氏矢量
C. 位错类型和柏氏矢量处处相同
5. 变形金属中对弹性应变能贡献较大的内应力形式是_____。
A. 宏观内应力 B. 微观内应力 C. 晶格畸变内应力
6. 间隙固溶体中溶剂原子的扩散机制为_____。
A. 换位扩散机制 B. 空位扩散机制 C. 间隙扩散机制
7. Pb 在室温进行的塑性变形属于_____。
A. 冷加工 B. 热加工 C. 不能确定
8. 与粗晶材料相比，细晶材料的_____。
A. 强度硬度高，塑性韧性好 B. 强度硬度高，塑性韧性差 C. 强度硬度低，塑性韧性好
9. 在晶体中能够进行交滑移的位错是_____。

A. 扩展位错 B. 螺型位错 C. 刃型位错

10. 冷变形金属加热时发生回复的驱动力是_____。

A. 界面能的降低 B. 点阵畸变能的降低 C. 多边化

二、解释概念 (每一小题 4 分, 共 32 分)

1. 晶体结构与空间点阵
2. 再结晶与二次再结晶
3. 莱氏体与低温莱氏体
4. 间隙固溶体与间隙相
5. 不平衡共晶与离异共晶
6. 可动位错与固定位错
7. 区域偏析与显微偏析
8. 反应扩散与原子扩散

三、综合问答题 (每小题 8 分, 共 40 分)

1. 图 1 为 Pb-Sn 合金相图。假设 Pb-30%Sn 合金在定向凝固过程中, 在固相中没有扩散, 而液相充分混合, 并在液固界面保持局部平衡, 当完全凝固后有多少共晶组织? 扩散退火以后共晶组织又是多少? (8 分)

2. 为什么在正温度梯度下凝固时, 纯金属以平面方式生长, 而固溶体合金却通常以树枝晶方式生长? (8 分)

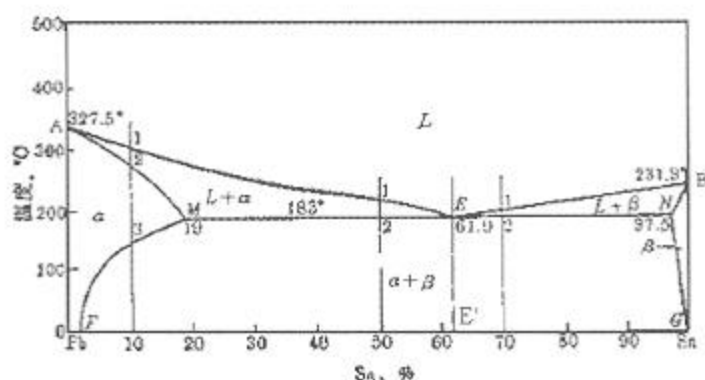


图 1 Pb-Sn 相图

3. 何谓固溶强化? 用位错理论解释固溶强化机制。(8 分)

4. 在单晶 Al 的 (111) 面上有一个由于空位片塌陷形成的位错环。试确定位错的柏氏矢量及滑移面方向, 并简述在 (111) 面上切应力的作用下位错环的运动特征。(8 分)

5. 写出体心立方结构的常见滑移系（具体指数）。（8分）

四、（共15分）面心立方结构晶体中存在两个位错 d_1 和 d_2 ，若 d_1 的位错线方向 $t_1 // [11\bar{2}]$ ，柏氏矢量 $b_1 = \frac{a}{2}[\bar{1}10]$ ， d_2 位错的位错线与柏氏矢量分别为 $t_2 // [111]$ 和 $b_2 = \frac{a}{2}[110]$

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；（5分）

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；（5分）

3. 另外一个位错柏氏矢量的刃型和螺型分量模各为多少？（5分）

五、依据 Fe-Fe₃C 相图回答下列问题（每一小题6分，共30分）

1. 分析双重铁碳相图中稳定系转变温度（虚线）在亚稳系转变温度（实线）之间的位置关系，并说明原因。

2. 分析 60 钢平衡结晶过程，并计算室温组织的相对量。

3. 钢可以锻造而白口铁铸件不宜锻造，为什么？

4. 求 3% C 的 Fe-C 合金平衡结晶室温组织中 Fe₃C_{共晶}、Fe₃C_{共析} 和 Fe₃C_{II} 的相对重量。

5. 假设渗碳气氛的碳势为 1.0%，示意地画出 20 钢在 850℃ 渗碳若干小时后试样中的 C 浓度分布。

六、根据三元合金相图的四相平衡面（图2），回答

下列问题：（共13分）

1. 画出 MN 变温截面。（5分）

2. 写出四相平衡式。（3分）

3. 写出在稍大于和略低于四相平衡温度时三相区转变的反应式。（5分）

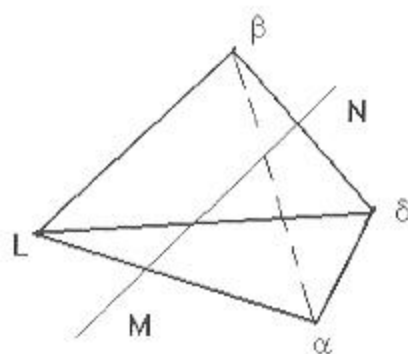


图2