

# 西北工业大学 2009 年硕士研究生入学试题

## 材料科学参考答案

### 一、简答题（每题 10 分，共 60 分）

1. 在位错发生滑移时，请分析刃位错、螺位错和混合位错的位错线  $l$  与柏氏矢量  $b$ 、外加切应力  $\tau$  与柏氏矢量  $b$ 、外加切应力  $\tau$  与位错线  $l$  之间的夹角关系，及位错线运动方向。（请绘表格作答，答案务必写在答题册上）

答：

$b$ 与 $l$	$\tau$ 与 $b$	$\tau$ 与 $l$	位错线运动方向
$\perp$	//	$\perp$	法线
//	//	//	法线
一定角度	//	一定角度	法线

2. 什么是置换固溶体？影响置换固溶体溶解度的因素有哪些？形成无限固溶体的条件是什么？

答：溶质原子取代溶剂原子，并保持溶剂结构的合金相称为置换固溶体。

影响因素有：1) 原子尺寸；2) 晶体结构；3) 电负性；4) 电子浓度

两组元晶体结构相同是形成无限固溶体的必要条件。

3. 置换扩散与间隙扩散的扩散系数有何不同？在扩散偶中，如果是间隙扩散，是否会发生柯肯达尔效应？为什么？

答：间隙扩散系数与空位浓度无关，而置换扩散系数与空位浓度有关（可用公式表示）。一般地，间隙扩散系数大于置换扩散系数。

不会发生。因为间隙扩散中考虑间隙原子定向流动，未考虑置换互溶式扩散。

4. 在室温下对铁板（其熔点为  $1538^{\circ}\text{C}$ ）和锡板（其熔点为  $232^{\circ}\text{C}$ ），分别进行来回弯折，随着弯折的进行，各会发生什么现象？为什么？

答：根据  $T_{\text{再}} = (0.35 \sim 0.45) T_m$  可知

Fe 在室温下加工为冷加工，Sn 在室温下加工为热加工

因此随着弯曲的进行，铁板发生加工硬化，继续变形，导致铁板断裂

Sn 板属于热加工，产生动态再结晶，弯曲可不断进行下去

5. 何为固溶强化？请简述其强化机制。

答：固溶强化就是溶质原子阻碍位错运动，从而使合金强度提高的现象。

主要机制包括：1) 柯氏气团，即溶质原子的弹性应力场阻碍位错运动；2) 铃木气团，即溶质原子降低基体层错能，使位错分解为扩展位错，阻碍位错交滑移或攀移；3) 电交互作用，即带电溶质原子与位错形成静电交互作用，阻碍位错运动。

6. 请比较二元共晶转变与包晶转变的异同。

答：相同点：恒温、恒成分转变；相图上均为水平线。

不同点：共晶为分解型反应，包晶为合成型反应；共晶线全是固相线，包晶线只有部分是固相线；共晶三角在水平线上，包晶三角在水平线下。

## 二、作图计算题（每题 10 分，共 40 分）

1. 请比较 FCC 晶体中  $b_1 = \frac{a}{2}[111]$ 、 $b_2 = a[100]$  两位错的畸变能哪个较大。

答：  $|b_1| = \frac{a}{2}\sqrt{1+1+1} = \frac{\sqrt{3}}{2}a$      $|b_2| = a\sqrt{1+0+0} = a$

$|b_1| = \frac{\sqrt{3}}{2}a < |b_2| = a$

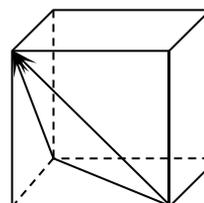
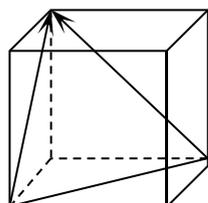
故： $b_1$  的畸变能较小。

2. 面心立方晶体沿[001]方向拉伸，可能有几个滑移系开动？请写出各滑移系指数，并分别绘图示之。

答：共 12 个滑移系，其中可能开动的有 8 个。分别是：

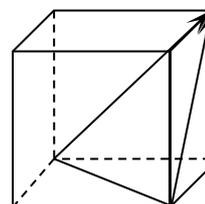
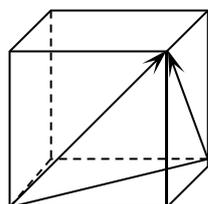
$(111)[0\bar{1}1]$ 、 $(111)[\bar{1}01]$

$(\bar{1}\bar{1}1)[0\bar{1}1]$ 、 $(\bar{1}\bar{1}1)[101]$



$(\bar{1}\bar{1}1)[101]$ 、 $(\bar{1}\bar{1}1)[011]$

$(1\bar{1}\bar{1}[\bar{1}01])$ 、 $(1\bar{1}\bar{1}[\bar{1}01])$

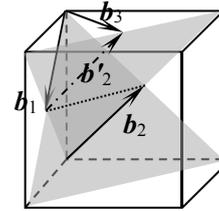


3. 在 Al 单晶中, (111) 面上有一位错  $b_1 = \frac{a}{2}[10\bar{1}]$ ,  $(11\bar{1})$  面上另一位错  $b_2 = \frac{a}{2}[011]$ 。若两位错发生反应, 请绘出新位错, 并判断其性质。

答: 新位错为  $b_3 = \frac{a}{2}[110]$ 。

位错线为 (111) 面与  $(11\bar{1})$  面的交线  $[\bar{1}10]$ 。

两者垂直, 因此是刃型位错。



4. 请分别写出立方晶系中 {110} 和 {100} 晶面族包括的晶面。

答:

**{110}: (110)(101)(011)( $\bar{1}10$ )( $\bar{1}01$ )( $0\bar{1}1$ )**

**{100}: (100)(010)(001)( $00\bar{1}$ )( $0\bar{1}0$ )( $\bar{1}00$ )**

### 1) 综合分析题 (每题 25 分, 共 50 分)

1. 请分析影响回复和再结晶的因素各有哪一些, 以及影响因素的异同, 并请分析其原因。

	回复	再结晶	原因
温度 (升)	促进	促进	促进原子扩散
冷变形量 (增)	促进	促进	提供驱动力
溶质原子	阻碍	阻碍	阻碍位错和晶界的运动
第二相粒子	促进	促进或阻碍	即可能提高驱动力, 同时阻碍位错和晶界运动
原始晶粒 (细小)	促进	促进	增大再结晶驱动力
晶粒位向	无影响	无影响	
热蚀沟	无影响	一般无影响	尚未形成热蚀沟

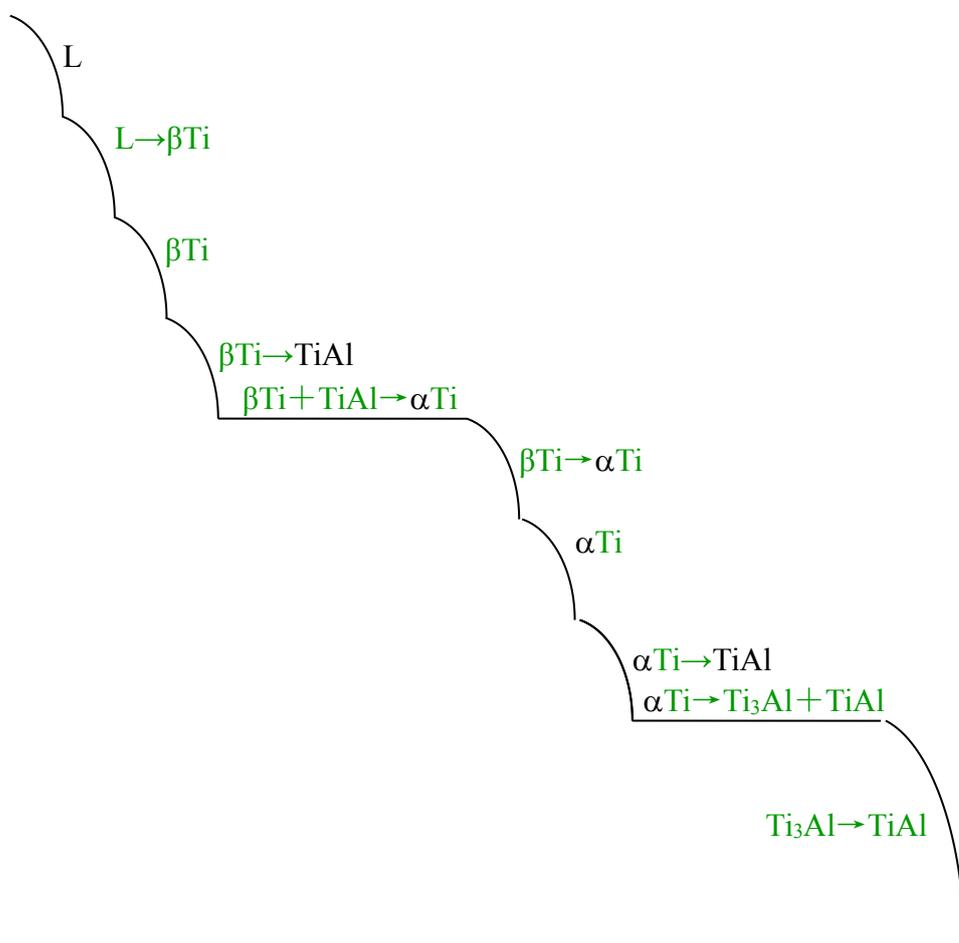
2. 附图 Ti-Al 二元合金相图:

- 1) 请分析并分别写出 1285°C、1125°C 和 665°C 三个恒温转变的类型和反应式, 以及 882°C 时发生两相恒温转变的类型和反应式。
- 2) 请绘出  $w=31\%$  合金平衡结晶的冷却曲线, 并注明各阶段的主要相变反应。
- 3) 请分析 500°C 时,  $w=31\%$  的合金平衡结晶的相组成物和组织组成物, 并计算其质量分数。

(注: 1125°C 时,  $w_{\alpha\text{Ti}}=27\%$ ,  $w_{\text{Ti}_3\text{Al}}=26\%$ ,  $w_{\text{TiAl}}=35\%$ ; 500°C 时,  $w_{\text{Ti}_3\text{Al}}=23\%$ ,  $w_{\text{TiAl}}=35\%$ )

答:

- 1) 1285°C: 包析反应,  $\beta\text{Ti} + \text{TiAl} \rightarrow \alpha\text{Ti}$
- 1125°C: 共析反应,  $\alpha\text{Ti} \rightarrow \text{Ti}_3\text{Al} + \text{TiAl}$
- 665°C: 包晶反应,  $\text{L} + \text{TiAl}_3 \rightarrow \text{Al}$
- 882°C: 同素异构转变,  $\beta\text{Ti} \rightarrow \alpha\text{Ti}$



相组成:  $\text{Ti}_3\text{Al}$ 、 $\text{TiAl}$

$$\text{Ti}_3\text{Al}\% = \frac{35 - 31}{35 - 23} \times 100\% = 33.3\%$$

$$\text{TiAl}\% = 1 - \text{Ti}_3\text{Al}\% = 66.7\%$$

组织组成:  $\text{TiAl}$ 、 $(\text{Ti}_3\text{Al} + \text{TiAl})$  共

$$\text{TiAl}\% = \frac{31 - 27}{35 - 27} \times 100\% = 50\% \quad (\text{Ti}_3\text{Al} + \text{TiAl}) \text{ 共}\% = 1 - \text{TiAl}\% = 50\%$$

