

西北工业大学

试 卷 十 六

2007 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

适用专业：材料科学与工程

一、(每小题 10 分, 共 50 分) 简答题

1. 请说明什么是全位错和不全位错, 并请写出 FCC、BCC 和 HCP 晶体中的最短单位位错的柏氏矢量。
2. 已知原子半径与晶体结构有关, 请问当配位数降低时, 原子半径如何变化? 为什么?
3. 均匀形核与非均匀形核具有相同的临界晶核半径, 非均匀形核的临界形核功也等于三分之一表面能, 为什么非均匀形核比均匀形核容易?
4. 原子的热运动如何影响扩散?
5. 如何区分金属的热变形和冷变形?

二、(每小题 15 分, 共 60 分) 作图计算题

1. 已知某晶体在 500℃ 时, 每 1010 个原子中可以形成有 1 个空位, 请问该晶体的空位形成能是多少? (已知该晶体的常数 $A = 0.0539$, 波耳兹曼常数 $k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)
2. 请计算简单立方晶体中, (111) 和 $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ 的夹角。
3. 请判定在 FCC 晶体中下列位错反应能否进行:

$$\frac{a}{2} [10\bar{1}] + \frac{a}{6} [\bar{1}21] \rightarrow \frac{a}{3} [11\bar{1}]$$

4. 试画出立方晶体中的 (123) 晶面和 $[\bar{3}46]$ 晶向。

三、(共 40 分) 综合分析题

1. (24 分) 如图 16-1 所示, 请分析:
 - (1) 两水平线的反应类型, 并写出反应式。
 - (2) 分析 Ab 、 bg' 、 $g'd'$ 、 d' 、 $d'h'$ 、 $h'e$ 、 eB 七个区域室温下的组织组成物

(j 点成分小于 g 点成分)。

(3) 分析 I、II 合金的平衡冷却过程, 并注明主要的相变反应。

(4) 写出合金 I 平衡冷却到室温后相组成物相对含量的表达式及合金 II 平衡冷却到室温后组织组成物相对含量的表达式。

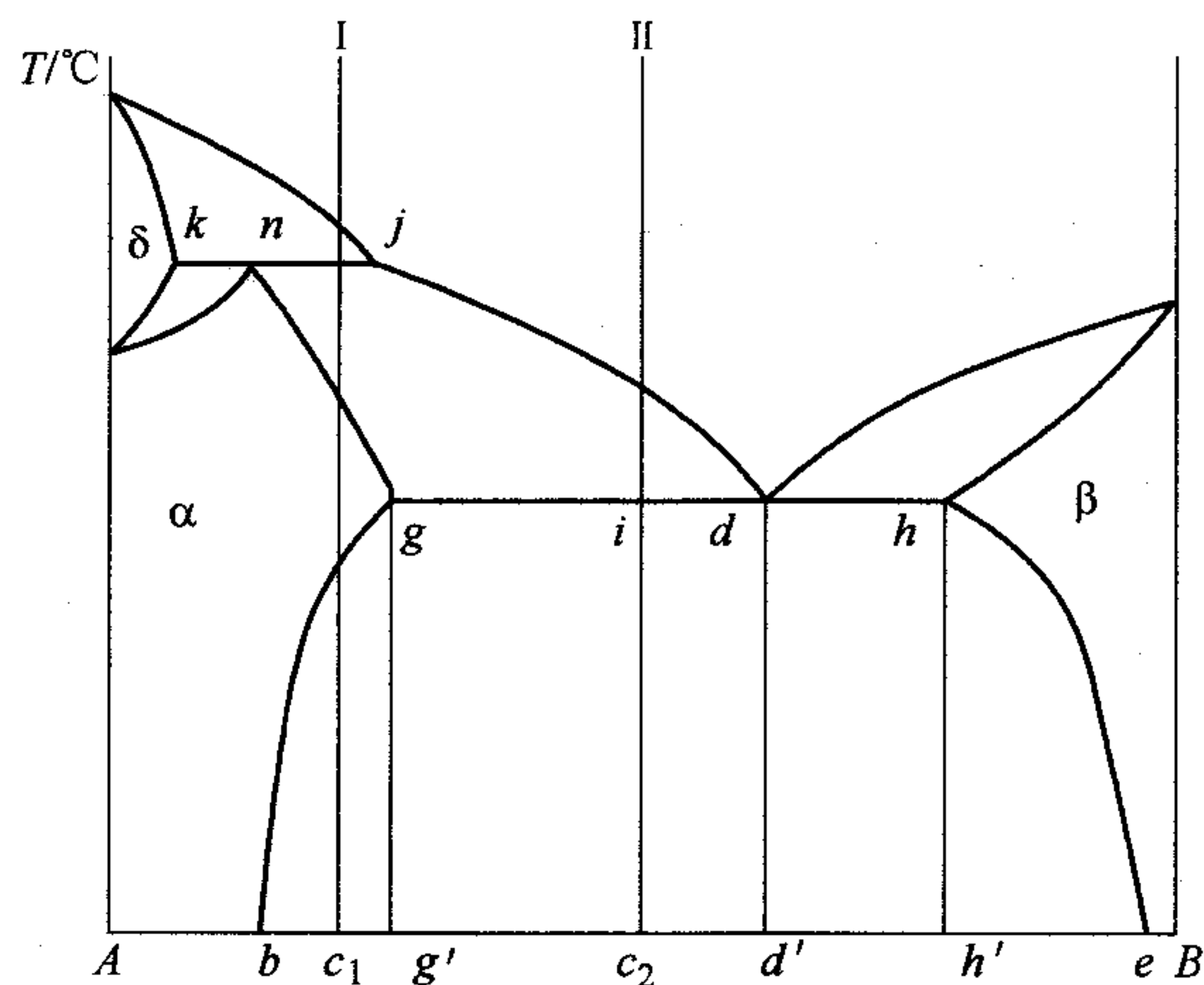


图 16-1 第三题第 1 小题图

2. (16 分) 请对比分析回复、再结晶、正常长大、异常长大的驱动力及力学性能变化, 并解释其机理。

标准答案

一、

1. 全位错: 柏氏矢量等于点阵矢量的整数倍。

不全位错: 柏氏矢量不等于点阵矢量的整数倍。

FCC: $\frac{a}{2} \langle 110 \rangle$; BCC: $\frac{a}{2} \langle 111 \rangle$; HCP: $\frac{a}{3} \langle 11\bar{2}0 \rangle$

2. 半径收缩。若半径不变, 则当配位数降低时, 会引起晶体体积增大。为了减小体积变化, 原子半径将收缩。

3. 因为非均匀形核时, 用杂质或型腔充当了一部分晶核。也就是说, 需要调动的原子数少。

4. 热运动增强将使原子的跃迁距离、跃迁几率和跃迁频率均增大, 即增大扩散系数。

5. 根据变形温度与再结晶温度的高低关系来区分。高于再结晶温度的为热

变形，反之为冷变形。

二、

1.

长

$$c = A \exp \left(-\frac{\Delta E_v}{kT} \right)$$

$$\begin{aligned} \Delta E_v &= -kT \ln \frac{c}{A} = - [1.381 \times 10^{-23} \times (500 + 273)] \ln \frac{10^{-10}}{0.0539} \text{ J} \\ &= 1.068 \times 10^{-20} \times 17.8 = 1.9 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \cos \alpha &= \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} \sqrt{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}} = \frac{1 - 1 + 1}{\sqrt{3} \times \sqrt{3}} = \frac{1}{3} \\ \alpha &= 70^\circ 32' \end{aligned}$$

3. 几何条件:

$$b_1 + b_2 = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \right) a + \frac{2}{6} b + \left(-\frac{1}{2} + \frac{1}{6} \right) c = \frac{1}{3} a + \frac{1}{3} b - \frac{1}{3} c = \frac{a}{3} \quad (11\bar{1})$$

能量条件:

$$\left| \frac{a}{2} \sqrt{2} \right|^2 + \left| \frac{a}{6} \sqrt{6} \right|^2 = \left(\frac{a^2}{2} + \frac{a^2}{6} \right) = \frac{2a^2}{3} > \frac{a^2}{3}$$

满足几何条件和能量条件，反应可以进行。

4. 如图 16-2 所示。

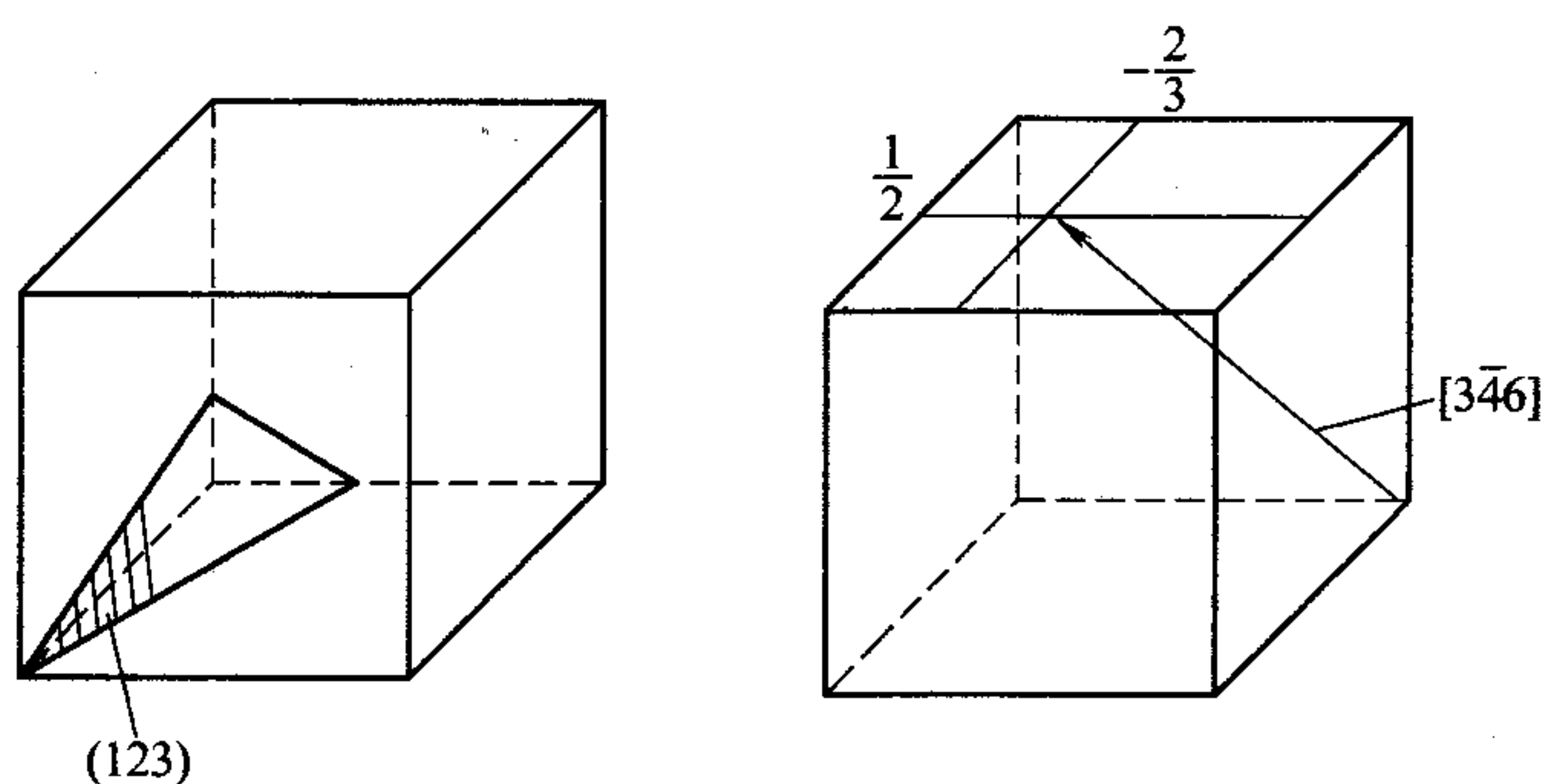


图 16-2 第二题第 4 小题解答图

三、

1.

(1) 水平线 kj 为包晶反应: $L_j + \delta_k \rightarrow \alpha_n$ 。

水平线 gh 为共晶反应: $L_d \rightarrow \alpha_g + \beta_h$ 。

(2) $Ab: \alpha$

$bg': \alpha + \beta_{II}$

$g'd': \alpha + (\alpha + \beta)_{共} + \beta_{II}$

$d': (\alpha + \beta)_{共}$

$$d'h':\beta + (\alpha + \beta)_{\text{共}} + \alpha_{\text{II}} \quad h'e:\beta + \alpha_{\text{II}}$$

$$eB:\beta$$

(3) 分析略。如图 16-3 所示。

(4) 合金 I 相组成: $w_{\alpha} = \frac{ec_1}{be} \times 100\%$; $w_{\beta} = \frac{bc_1}{be} \times 100\%$ 。

合金 II 组织组成:

$$w_{(\alpha+\beta)_{\text{共}}} = \frac{ig}{gd} \times 100\%; \quad \alpha - \epsilon$$

$$w_{\beta_{\text{II}}} = \alpha_{\text{初}} \text{ 共晶前析出量} \times \beta_{\text{II}} \text{ 析出比例} = \frac{id}{gd} \times \frac{bg'}{be} \times 100\%;$$

$$w_{\alpha_{\text{初}}} = \alpha_{\text{初}} \text{ 共晶前析出量} - \beta_{\text{II}} \text{ 析出量} = \frac{id}{gd} \times 100\% - w_{\beta_{\text{II}}}。$$

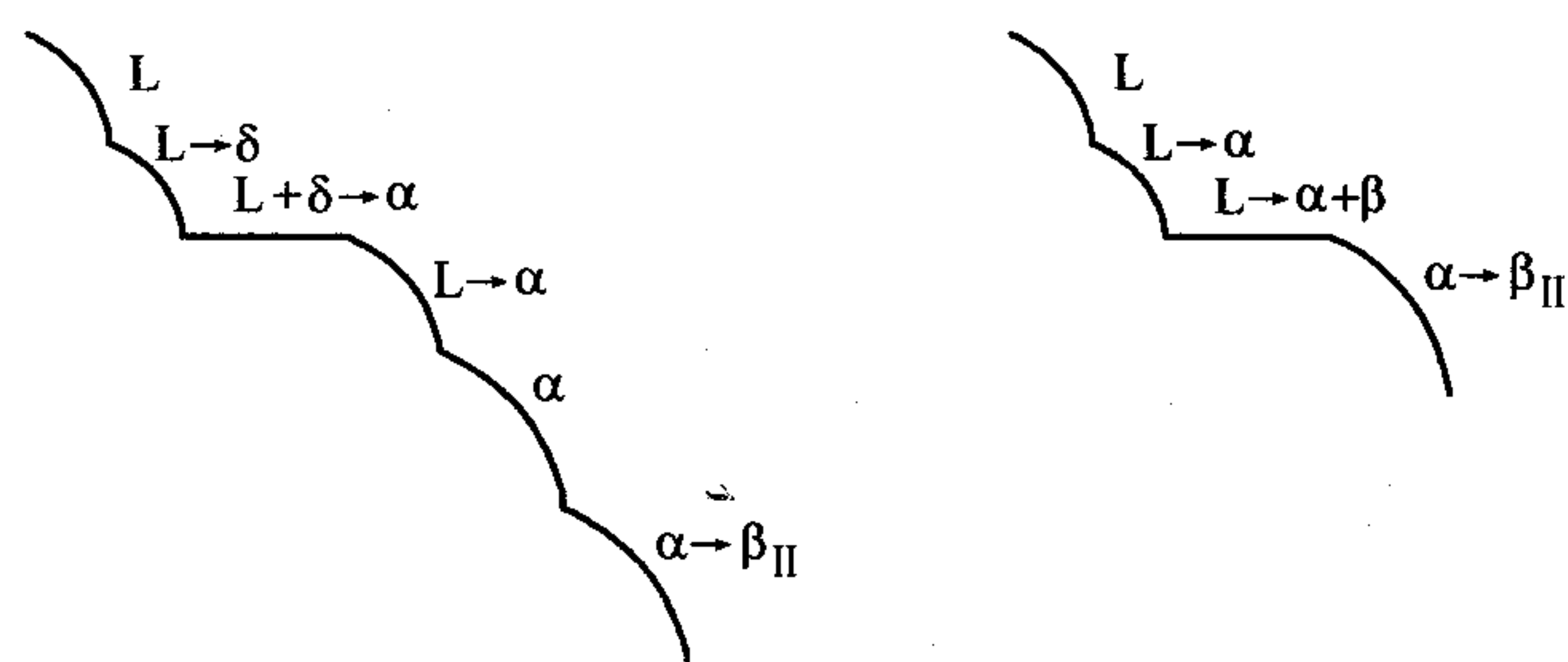


图 16-3 第三题第 1 小题解答图

2.

	回复	再结晶	正常长大	异常长大
驱动力	存储能 (主要是点阵畸变能)	存储能 (主要是点阵畸变能)	总界面能	总界面能 和表面能
力学性能变化	基本保持 变形后性能	恢复到冷 变形前的水平	基本保持 再结晶后的水平	性能恶化, 强度、塑性下降