

2000 年金属学原理答案

一、

1. 液态金属结构特点:

- a. 配位数减小, 原子平均距离增大, 密度减小
- b. 近程有序, 远程无序
- c. 存在能量起伏, 成分起伏, 结构起伏

2. 固态相变特点:

- ①由于相变阻力大, 相变的过冷度一般很大
- ②固态相变都非自发形核
- ③晶体缺陷对固态相变形核、生长及固态相变组织和性能具有决定性影响
- ④新相与母相间往往存在严格的晶体学取向过程
- ⑤相变历程复杂, 往往晶粒溶质偏析—过渡相析出—稳定相析出等一系列历程

3. 组成过冷: 在某一区域内, 液相的实际温度低于液相线的温度, 处于不同程度的过冷, 这种由于溶质含量不同而造成的过冷称为组成过冷。

组成过冷对组织形态的影响:

- 1、当成分过冷区较窄时, 主相界面的凸起部分将伸入成分过冷区, 同时还要向周围液相排出溶质原子使得沿平行于主相界面方向的长大受到限制, 最后长成胞状组织, 胞内含有较多的溶质原子。
- 2、当成分过冷区过大时, 相界面的凸起部分可以较多地卡入液相并生成枝晶, 产生枝晶, 甚至二次枝晶。

4. A_3B 成分的固溶体更易形成有序固溶体, B 占据顶点 $8 \times 1/8 = 1$ 个 A 占据面心 $6 \times 1/2 = 3$ 个, 面心立方结构中, A_3B 更易形成有序固溶体。

5. 结构特征: 间隙固溶体与间隙相均是原子半径很小的非金属元素处于金属元素间隙而形成, 但间隙固溶体形成后其金属晶体结构仍未改变, 而间隙相形成后, 金属原子则会形成与其本身晶格类型不同的一种新结构。

性能特点: 都具有极高的硬度, 较高的熔点, 而塑性很差, 有些间隙相具有很特殊的物理化学性质, 如电学性质、磁学性质、声学性质、催化性质等。

6. 重结晶: 固态金属及合金在加热 (或冷却) 通过相变点时, 从一种晶体结构转变为另一种晶体结构的过程。

再结晶: 塑性变形晶粒通过“形核”与“长大”机制, 产生无应变等轴晶的过程

二次再结晶: 正常晶粒长大过程被抑制而发生的晶粒异常长大现象。

二、1 加快冷却速度, 获得较大过冷度 (降低浇铸温度、提高铸型冷却能力、减小零件壁厚、强制冷却、内外“冷铁”, 等等), 使液态金属同时大量形成晶核。形核率和晶体长大速率都增大但是形核率增长的更快

2 提纯熔体以扩大过冷度 (深过冷)

- 3 加强液态金属的流动（浇铸方式、机械搅拌与振动、电磁及超声搅拌与振动等等），使形成的枝晶打断和型壁晶体游离，这些枝晶碎片又可以成为新的结晶核心从而细化晶粒
- 4 孕育处理，加入晶粒细化剂促进形核，即加入形核剂促进非均匀形核
- 5 微合金化处理

三、

扩散的微观机制：

- (1) 间隙机制:在间隙固溶体中，溶质原子从一个间隙未知跳到另外一个间隙位置的扩散。碳，氮氢等小的间隙原子更容易采用间隙机制扩散
- (2) 空位机制：晶体中存在着空位。纯金属中的自扩散和置换固溶体中的扩散就是通过原子与空位交换位置实现的。这种扩散方式称为空位机制. 大多数情况下原子扩散是借助空位机制实现的。
- (3) 交换机制，需要的激活能较大，一般较少
- (4) 晶界相界表面位错等缺陷处的扩散，扩散速率较晶内大得多

影响扩散的因素：

- a 温度，温度是影响扩散速率最主要的因素，温度越高，原子热激活能量越大，越易发生迁移
- b 固溶体类型，间隙固溶体的扩散激活能比置换固溶体的小，更易扩散
- c 晶体结构，体心立方结构的致密度较小，原子更易迁移
- d 晶体缺陷，位错晶界表面对原子扩散起着快速通道的作用
- e 化学成分，熔点高的金属自扩散激活能大，杂质对组元的扩散也有影响
- f 应力的作用，应力可以提供原子扩散的驱动力

四. (1) 见课件

$$(2) \text{共晶凝固结束时: } W(\gamma_{\text{初}}) = \frac{4.3 - 3}{4.3 - 2.11} = 59.36\%,$$

$$W(Ld) = \frac{3 - 2.11}{4.3 - 2.11} = 40.64\%$$

$$(3) \text{共晶凝固结束时: } W(\gamma) = \frac{6.69 - 3}{6.69 - 2.11} = 80.57\%,$$

$$W(Ld) = \frac{3 - 2.11}{6.69 - 2.11} = 19.43\%$$

$$(4) \text{室温组织中: } W(Fe_3C_{II}) = \frac{4.3 - 3.0}{4.3 - 2.11} \times \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} = 13.44\%$$