

西北工业大学 2006 考研真题

一、简答题

1、试从结合键的角度，分析工程材料的分类及其特点。

答：金属材料：主要以金属键为主，大多数金属强度和硬度较高，塑性较好。陶瓷材料：以共价键和离子键为主，硬、脆，不易变形，熔点高。高分子材料：分子内部以共价键为主，分子间为分子键和氢键为主。复合材料：是以上三种基本材料的人工复合物，结合键种类繁多。性能差异很大。

2、位错密度有哪几种表征方式？

答：有两种方式：体密度，即单位体积内的位错线长度；面密度，即垂直穿过单位面积的位错线根数。

3、陶瓷晶体相可分为哪两大类？有何共同特点？

答：氧化物陶瓷和硅酸盐陶瓷。特点：①结合键主要是离子键，含有一定比例的共价键；②有确定的成分，可以用准确的分子式表达；③具有典型的非金属性质。

4、冷轧纯铜板，如果要求保持较高强度，应进行何种热处理？

若需要继续冷轧变薄时，又应进行何种热处理？

答：保持较高强度则应进行低温退火，使其只发生回复，去除残余应力；要继续冷变形则应进行高温退火，使其发生再结晶，以软化组织。

5. 扩散激活能的物理意义为何？试比较置换扩散和间隙扩散的激活能的大小。

答：扩散激活能的物理意义是原子跃迁过程中必须克服周围原子对其

的阻碍，即必须克服势垒。相比而言，间隙扩散的激活能较小。

二、作图计算题

1、已知碳在 γ -Fe 中扩散时， $D_0 = 2.0 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ ， $Q = 1.4 \times 10^5 \text{J/mol}$ 。当温度由 927°C 上升到 1027°C 时，扩散系数变化了多少倍？（ $R = 8.314 \text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ）

$$\text{答： } D_{927} = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) = 2.0 \times 10^{-5} \exp\left(\frac{-1.4 \times 10^5}{8.31 \times (927 + 273)}\right)$$

$$D_{1027} = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) = 2.0 \times 10^{-5} \exp\left(\frac{-1.4 \times 10^5}{8.31 \times (1027 + 273)}\right)$$

$$\frac{D_{1027}}{D_{927}} = \exp\left(\frac{-1.4 \times 10^5}{8.31 \times (1027 + 273)} - \frac{-1.4 \times 10^5}{8.31 \times (927 + 273)}\right) = \exp(1.08) = 2.94$$

2、已知某低碳钢 $\sigma_0 = 64 \text{KPa}$ ， $K = 393.7$ ，若晶粒直径为 $50 \mu\text{m}$ ，该低碳钢的屈服强度是多少？

答：由霍尔—配奇公式得：

$$\sigma_s = \sigma_0 + Kd^{-\frac{1}{2}} = 64 + 393.7 \times 50^{-\frac{1}{2}} = 64 + 55.68 = 119.7 \text{KPa}$$

3、试计算 BCC 晶体最密排面的堆积密度。

答：BCC 密排面为 $\{110\}$ 面，其面积为： $A = a \times \sqrt{2}a = \sqrt{2}a^2$ $\{110\}$ 面上被原子占据的面积为（两个原子）：

$$A' = 2 \times \pi R^2 = 2 \pi \left(\frac{\sqrt{3}}{4}a\right)^2 = \frac{3}{8}\pi a^2$$

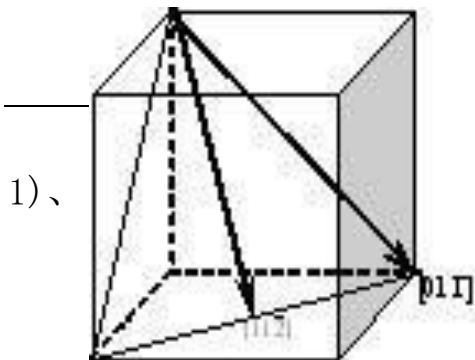
$$\text{堆积密度： } d = \frac{A'}{A} = \frac{\frac{3}{8}\pi a^2}{\sqrt{2}a^2} = \frac{3\sqrt{2}}{16}\pi = 0.8332$$

4、 $[01\bar{1}]$ 和 $[11\bar{2}]$ 均位于 fcc 铝的 (111) 晶面上，因此理论上 $(111)[01\bar{1}]$ 和 $(111)[11\bar{2}]$ 的滑移均是可能的。

1) 画出 (111) 晶面及单位滑移矢量中 $[01\bar{1}]$ 和 $[11\bar{2}]$ 。

2) 比较具有此二滑移矢量的位错的能量。

答：



1)、

$$2)、b_{[01\ \bar{1}]}=\frac{a}{2}[01\ \bar{1}],\ b_{[11\ \bar{2}]}=\frac{a}{2}[11\ \bar{2}]$$

两位错位于同一滑移面，因此 G 相同，故：

$$\frac{W_{[01\ \bar{1}]}|b_{[01\ \bar{1}]}|}{W_{[11\ \bar{2}]}|b_{[11\ \bar{2}]}|}=\left(\frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{\sqrt{6}}{2}}\right)^2=\frac{1}{3}$$

三、综合分析题

1、试从晶界的结构特征和能量特征分析晶界的特点。

答：①晶界处点阵畸变大，存在着晶界能。因此晶粒长大和晶界的平直化都能减少界面的面积，从而降低晶界的总能量，这是一个自发的过程。然而晶粒的长大和晶界的平直化均通过原子的扩散来实现。因此，随温度升高和保温时间的延长，均有利于这两个过程的进行。

②晶界处原子排列不规则，因此在常温下晶界的存在会对位错运动起阻碍作用，致使塑性变形抗力提高，宏观表现为晶界具有较高的强度和硬度，晶粒越细，材料强度也越高，这就是细晶强化；而高温则相反，因高温下晶界存在一定的粘滞性，易使相邻晶粒产生滑动。

③晶界处原子偏离平衡位置，具有较高的动能，并且晶界处存在较多的缺陷，如空位、杂质原子和位错等，故晶界处原子扩散速度比在晶内快得多。

④在相变过程中，由于晶界能量较高且原子活动能力较大，所以新

相易在晶界处优先形核。显然，原始晶粒越细，晶界越多，则新相形核率也相应较高。（相变的首发地）

⑤由于成分偏析和内吸附现象，特别是晶界富集杂质原子的情况下，往往晶界熔点比较低，故在加热过程中，因温度过高，将引起晶界熔化和氧化，导致过烧现象的出现。

⑥由于晶界能量较高，原子处于不稳定状态，以及富集杂质原子的缘故，与晶内相比，晶界的腐蚀速度一般比较快。这就是用腐蚀剂显示金相样品组织的依据，也是某些金属材料在使用过程中发生晶间腐蚀的原因。

2. 试分析冷塑性变形对合金组织结构、力学性能、物理化学性能、体系能量的影响。

答：组织结构：①形成纤维组织：晶粒沿变形方向被拉长；②形成位错胞；③晶粒转动形成变形织构。

力学性能：位错密度增大，位错相互缠绕，运动阻力增大，造成加工硬化。

物理化学性能：其变化复杂，主要对导电，导热，化学活性，化学电位等有影响。

体系能量：包括两部分：①因冷变形产生大量缺陷引起点阵畸变，使畸变能增大；②因晶粒间变形不均匀和工件各部分变形不均匀引起的微观内应力和宏观内应力。这两部分统称为存储能，其中前者为主要的。

冷变形后引起的组织性能变化为合金随后的回复、再结晶作了组织和

能量上的准备。