

## 北京科技大学 2004-2005 学年度第 2 学期

### 材料科学与工程基础试题 材 02.1-02.5 班, 2005-6

#### 参考答案

1. ①是左螺位错, 因  $\mathbf{t} \cdot \mathbf{b} = -\mathbf{a}$ , 滑移面 (100), (001)。(5分)。②是刃位错, 因  $\mathbf{t} \cdot \mathbf{b} = 0$ , 滑移面 (100)。(5分)。①号位错滑移面不唯一, 它不能在 (010) 面上滑移。(5分)

2. 可能发生; 两平行小角度倾转晶界, 刃位错都平行, 合并后, 位错间间距减小, 取向差加大, 为  $\theta_1 + \theta_2$ ; 不存在不同类型位错间的作用或同类位错、但不平行的问题。这正是回复过程发生的组织变化。也可用小角度晶界能量与取向差的公式分别进行 (加合) 计算并比较前后能量差异从而确定反应能否进行。(10分)

3. 按结构看, 晶界可分为小角晶界和大角晶界;(3分)。晶界结构的普遍特点是原子排列比晶内混乱的多, 特别是大角晶界上原子排列更加混乱。(3分)

$\lambda$  形变时, 晶界阻碍位错运动, 造成位错塞积; 晶粒越细, 晶界越多, 强化越明显, 有 Hall-Petch 关系;(3分)

$\lambda$  相变时, 晶界是高能地点, 是有效的非均匀形核处, 晶界越多, 新相形核地点越多, 可细化晶粒, 也越难获得大的过冷度。(3分)

$\lambda$  再结晶时, 晶界的作用与相变时相似, 也是加速再结晶过程。再结晶时只能是非均匀形核。(3分)

4. 对一定结构的晶体, 作用在滑移面滑移方向上的切应力达一定值时, 滑移系才能开动; 该值不随外力作用的方向而改变, 只与材料本身性质有关。这个规律称临界分切应力定律。(5分)。

力轴为 [111] 时, 有 6 个滑移系的取向因子相同且最大, 因而有 6 个滑移系可同时开动。力轴为 [123] 时, 开动的滑移系是 1 个。(5分, 不要求写出具体的滑移系)。

两力轴对应的应力应变曲线有较大差异; [111] 力轴下没有易滑移阶段, 塑性变形开始就是多系滑移, 位错间有强的交互作用, 造成强的加工硬化; [123] 力轴拉伸时, 单系滑移对应易滑移阶段, 对应典型的单晶拉伸三阶段 (易滑移/线性硬化/抛物线)。(5分, 画出正确的示意图/曲线也可得满分)。

5.

(1) 金属大变形量轧制后, 从轧面上观察为宽长条状晶粒, 宽度为小于或等于原始晶粒直径。侧面观察为细长条组织, 晶粒沿轧向拉长, 沿法向压扁。晶粒可 '碎化' 分解为几部分, 出现形变不均匀区 (切变带, 形变带, 孪晶)。晶粒内隐约可见亚晶界。不同晶粒浸蚀后衬度/亮度不同。低层错能 FCC 金属或 HCP 金属内可能会出现孪晶。(5分)。

(2) 密勒指数的含义是：晶粒的 $\{110\}$ 面平行于轧面，晶粒的 $\langle 112 \rangle$ 方向平行于轧向。因是 $\{111\}$ 极图，只能看到多数晶粒四个 $\{111\}$ 极的位置，如图所画为两类等效的黄铜取向。按定义，此极图的中心ND是 $\{110\}$ ，RD为 $\{112\}$ ，则侧向TD为 $ND \times RD = \{111\}$ ，该点的高强度已显示出来。另一 $\{111\}$ 点也与ND $\{110\}$ 垂直，在距TD $\{111\}$ 70.53度，同时距RD $\{112\}$ 19.47度的位置。也可按另一方式讨论，若是黄铜织构，则ND为 $\{110\}$ ，RD为 $\{112\}$ ；将 $\{001\}$ 标准极图转到中心为 $\{110\}$ ，上端N极(RD)转为 $\{112\}$ 的位置，再将 $\{111\}$ 点以外的其它极点(如 $\{110\}$ ， $\{100\}$ )都涂掉，这种只剩下 $\{111\}$ 点的极图就是实测的极图。(5分)

6.

(1) X 再结晶分数，t 时间，k 与形核率与长大速度有关的常数，n 与新晶粒的形状、形核位置有关的常数。(4分)。

此公式还可用于凝固、固态相变、非晶的晶化等热激活扩散控制的转变过程，因为在公式的推导时，应用了扩散控制时的 $V \propto t^3$ ，即 $d \propto t$ 的关系。(4分)。

(2) 因相变形核率主要与原子迁移能力和转变驱动力的乘积有关；转变温度较高时，原子迁移能力强，但相变驱动力小；而转变温度较低时，原子迁移能力弱，但相变驱动力大；结果其两项的乘积都小；孕育期长。只有在中等转变温度下，两项值都较大，乘积也大，形核率高，转变快，孕育期短。所以转变曲线与温度的关系呈C曲线形状。(7分)

7. 二次再结晶是一次再结晶完成的基础上，少数晶粒的异常长大现象。此时晶粒尺寸分布出现双峰现象。(4分)。

二次再结晶发生的条件一般是一般晶粒生长受阻，如粒子钉扎、织构钉扎或厚度效应。当钉扎作用不均匀消失时，个别晶粒先摆脱钉扎而充分生长。(4分)。

对于弥散相抑制晶粒长大，一般不会产生二次织构；对于织构抑制晶粒长大，有时会产生二次织构，有时不会产生二次织构；对于厚度抑制晶粒正常长大，会产生二次织构。

如硅钢二次再结晶后由弱的织构形成非常强的高斯织构；但不一定总伴随织构的变化。(2分)

8. 最佳工艺条件下，Al-4%Cu 的脱溶贯序为：GP 区， $\theta''$ 过渡相（共格）， $\theta'$  过渡相（半共格）， $\theta$ 平衡相（非共格）。其中 $\theta''$ 的强化效果最好。(4分)。

若时效温度过高，直接析出稳定相，析出量也较少，强化效果减弱；若时效温度过低，达到最佳强化效果的时间太长，不够经济。有限时间内析出相太少。强化效果也弱。脱溶过程与合金成分和时效参数有关，而且不同脱溶阶段相互重叠，往往有一种以上的中间过渡相同时存在。铝铜合金在 $130^\circ\text{C}$ 以下时效，以GP区为主，但也可能出现 $\theta''$ 和 $\theta'$ 相；在 $150\sim 170^\circ\text{C}$ 时效，以 $\theta''$ 相为主；在 $225\sim 250^\circ\text{C}$ 时效，以 $\theta'$ 相为主；高于 $250^\circ\text{C}$ 以后，以 $\theta$ 相为主。(6分)