

3.40J/22.71J 物理冶金

问题集 8

问题 1

采用 Cu 的物理性能，考虑固溶体中的均匀形核。假设球状晶核几乎为纯溶质。在 1000K，某些溶质的溶解度是 0.1 a/a。假设溶解度公式中的指数前因子为 1。基于这些，你可以得到任何温度的溶解度。

绘出 $200\text{K} < T < 800\text{K}$ 温度范围的 $\ln(\Delta G^*/kT) - T$ 曲线。指出置换扩散 (ROT) 形核判据，即 $\Delta G^*/kT < 60$ 满足的温度范围。

考虑下列三种情况。

a. 无应变能量的非共格形核。假设粒子：基体的界面能是 $0.5\text{J}/\text{m}^2$ （非共格晶界的典型数值）。评述你的答案。

b. 对均匀共格形核，重复 a 的内容，此时粒子：基体的界面能是 $0.1\text{J}/\text{m}^2$ （共格晶界的典型数值）。假设没有应变能量。评论你的答案。

c. 当有对应于 $\Delta a/a = 0.04$ 的应变能时，重复 b 的内容。评论你的答案。比较三种计算结果

问题 2

马氏体钢借助弥散细小碳化物获得其强度。在低碳钢中，这些碳化物基本上是渗碳体。在热作模具钢中，碳化物基本上是 WC。假设在两种钢中，初始粒子是半径 1nm 的球状颗粒。温度是 923K（红热温度），粗化时间是 1 小时。假设表面能是 $0.5\text{J}/\text{m}^2$ ，摩尔体积是 $10^{-5}\text{m}^3/\text{mole}$

渗碳体在铁素体中的平衡溶解度由教材中的方程 9.14 给出（至少在这一温度）。C 在铁素体中的扩散系数可以依据下列数据计算： $D_0 = 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$ ， $Q = 100,000\text{J}/\text{mol}$

WC 的溶解度由公式 $X_c X_w = \exp. (-90,000/RT)$ 计算，国际单位。加入了足够多的 W 以使 W 的浓度在所有温度固定在将近 0.01a/a。W 的扩散系数可依据下列数据计算： $D_0 = 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$ ， $Q = 280,000\text{J}/\text{mol}$

在"Particles GG"中围绕公式 61, 62 的材料可能有价值

- a. 在各种情形下最终的粒子尺寸是多少？在 WC 的情形下确认何种元素是速率控制的。
- b. 假设半径 0.1 微米以上的碳化物对强化是无效的。估计两种钢在 923K 的使用寿命。评价你的答案