

Homework #4

1. 식 (4.4)와 식 (4.10)을 이용하여 (a) 10 개의 원자 그리고 (b) 60 개의 원자를 함유한 구형의 원자 군집체 (cluster)에 대해, 각각 구리의 융점에서 구리 1 mm³안에 존재하는 구형의 원자 군집체의 수를 추정해보라. 또 100 개의 원자로 이루어진 군집체가 1 개 존재할 수 있는 액상 구리의 부피는 얼마인가? 다만, 구리의 원자부피는 $1.6 \times 10^{-29} \text{ m}^3$ 이며 γ_{SL} 은 0.177 Jm^{-2} , $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$, $T_m = 1356 \text{ K}$ 이다.

2. 과냉각이 180, 200, 220 K 일 때 아래 자료를 이용하여 액상 구리에서의 균일 핵생성 속도를 각각 계산하여라.

$$L = 1.88 \times 10^9 \text{ Jm}^{-3}, \quad T_m = 1356 \text{ K}, \quad \gamma_{\text{SL}} = 0.177 \text{ Jm}^{-2}, \quad f_0 = 10^{11} \text{ s}^{-1}$$

$$C_0 = 6 \times 10^{28} \text{ atoms m}^{-3}, \quad k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

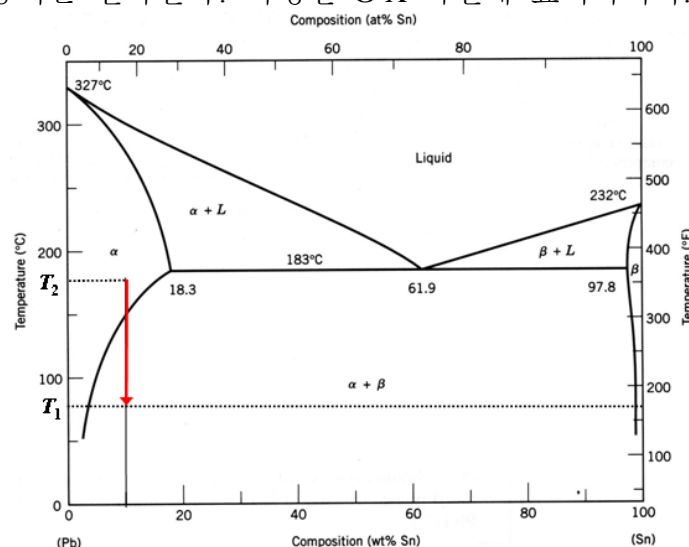
3. 식 (4.23)이 균일 핵생성과 평평한 주형 벽에서 일어나는 불균일 핵생성에 적용될 수 있음을 보여라.

4. 불균일 핵생성에서 주형 벽의 균열의 각도가 갖는 중요성은 무엇인가? 또 균열 입구에서 균열의 폭이 갖는 중요성은 무엇인가?

5. 다음 그림과 같은 2 원계 합금에서, X_0 조성합금을 T_2 온도 (175 °C)까지 가열하였다가 T_1 (75 °C)로 급냉 했을 때 G-X (자유에너지-조성) 곡선을 그려서 다음 물음에 답하여라.

(a) 평형상으로 변태하려는 구동력은 얼마인가? 작성한 G-X 곡선에 표시하여라.

(b) β 핵생성 구동력은 얼마인가? 작성한 G-X 곡선에 표시하여라.



6. (a) $\gamma_{SL} = 0.132$, $\gamma_{LV} = 1.128$, $\gamma_{SV} = 1.400 \text{ Jm}^{-2}$ 인 융점 1336 K 의 금속 Au가 T_m (융점) 이하에서도 표면 용융이 일어날 수 있다. 그 이유는 무엇인가?
 (b) 금의 용융잠열은 $1.2 \times 10^9 \text{ Jm}^{-3}$ 이다. T_m 이하의 온도에서 표면에 액체막 (layer)의 생성이 가능한지 그렇지 않은지를 추정해보라.
7. k 가 1보다 큰 ($k > 1$) 희석된 2원 합금의 경우에 대하여 그림 4.21, 그림 4.22에 상응하는 그림을 그려라.
8. Al-Cu 상태도는 $T_m(\text{Al}) = 660^\circ\text{C}$, $T_E = 548^\circ\text{C}$, $X_{\max} = 5.65 \text{ wt\% Cu}$ 및 $X_E = 33 \text{ wt\% Cu}$ 를 갖는 그림 4.19와 유사하다. 액상의 확산계수는 $D_L = 3 \times 10^{-9} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ 이다. 이때 Al-0.5 wt% Cu 합금의 대류는 없고 고상/액상의 평면 계면이 $5 \mu\text{ms}^{-1}$ 속도로 이동하여 응고할 때
 (a) 정상상태에서의 계면온도는 얼마인가?
 (b) 확산층의 두께를 구하여라.
 (c) 평면계면을 유지하기 위한 액상에서의 온도구배를 구하라.
 (d) Al-2 wt% Cu 합금이 위와 동일한 조건에서 응고할 때 a, b, c의 경우에 답하라.
9. (a) 고체에서의 확산은 없고 액상에서는 완전한 혼합이 일어난다고 가정할 때 식 (4.33)과 위 문제 7의 자료를 이용하여, Al-2 wt% Cu 합금의 일방향 응고된 봉의 길이에 따른 Cu의 농도 변화를 그려보라.
 (b) 공정조직으로 응고되는 양의 분율로 구하라.
 (c) Al-0.5 wt% Cu 합금이 동일한 조건에서 응고된다면 얼마의 양이 공정조직으로 되겠는가?
10. Fe-0.25 wt% C 합금이 작은 온도구배를 유지하며 일방향 응고할 때 생기는 응고계면 근처의 조직을 그려보라. 단 온도 범위가 $1440 \sim 1540^\circ\text{C}$ 일 때를 고려하며 $\delta\text{-Fe}$ 안에서는 탄소의 확산이 매우 빠르다고 가정하라.
11. $\gamma_{\alpha\beta} = 400 \text{ mJm}^{-2}$, $\Delta H = 800 \times 10^6 \text{ Jm}^{-3}$, $T_E = 1000 \text{ K}$ 라면 층상의 공정 조직이 $\lambda = 0.2 \mu\text{m}$ 일 때와 $\lambda = 1.0 \mu\text{m}$ 일 때 각각 공정온도가 얼마나 낮아지는가를 계산하라.
12. 공정조성에서 벗어난 조성의 합금을 공정조직으로만 응고시키는 방법에 대해서 두가지 이상 서술하라.
13. 연속주조에서 중심 편석의 생성기구와 그 방지대책에 대해서 자세히 서술하라.
 (책 내용 이외에 참고문헌을 찾아볼 것)