

재준공학원리 (002) 10장 예제문제

예제 10.1

(a) $r^* = \left(-\frac{2\gamma T_m}{4H_A} \right) \left(\frac{1}{T_m - T} \right)$ 을 이용하자.

$$= \left[-\frac{2 \times (0.172 \text{ J/m}^2) \cdot (1064 + 273) \text{ K}}{-1.16 \times 10^9 \text{ J/m}^3} \right] \cdot \frac{1}{270 \text{ K}} = 1.72 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.72 \text{ nm}$$

$\Delta G^* = \left(\frac{16\pi\gamma^3 T_m^2}{3\Delta H_A^2} \right) \frac{1}{(T_m - T)^2}$ 을 이용하자.

$$= \left[\frac{16\pi \times (0.172 \text{ J/m}^2)^3 \cdot (1064 + 273) \text{ K}^2}{3 \times (-1.16 \times 10^9 \text{ J/m}^3)^2} \right] \times \frac{1}{(270 \text{ K})^2}$$

$$= 9.64 \times 10^{-9} \text{ J}$$

(b) 단위정의 수 / 입자 = 단위정 내 원자 부피 / 총 단위정 부피 = $\frac{\frac{4}{3}\pi r^*{}^3}{a^3}$

$$= \frac{\frac{4}{3}\pi (1.72 \text{ nm})^3}{(0.413 \text{ nm})^3} = 137 \text{ 단위정}$$

$(137 \text{ 단위정} / \text{입계핵}) \times (4 \text{ 원자} / \text{단위정}) = 548 \text{ 원자} / \text{입계핵}$

10.2

$v = \frac{1}{t_{0.5}}$ Avrami 식 $y = 1 - \exp(-kt^n)$ 이용

$$-kt^n = \ln(1-y), \quad k = -\frac{\ln(1-y)}{t^n}$$

$y=0.9, n=3.1, t=20\text{분}$ 이므로,

$$k = -\frac{\ln(1-0.9)}{(20\text{min})^{3.1}} = 3.30 \times 10^{-5}$$

$y=0.5$ 일 때의 값을 구해야하므로 $t_{0.5} = \left(-\frac{\ln(1-0.5)}{k}\right)^{1/n} = \left[-\frac{\ln(1-0.5)}{3.30 \times 10^{-5}}\right]^{1/3.1}$
 $= 24.8\text{min}$

$$\tau = \frac{1}{24.8\text{min}} = 4.0 \times 10^{-2} (\text{min})^{-1}$$

10.3

(a) 350°C : 오스테나이트 → 베이나이트 (등온).

시편 100%가 베이나이트이며 급랭선이 마르텐사이트를 지났음에도 상변태 불가

(b) 250°C 에서 베이나이트 변태되려면 약 150초 필요. 100초에서는 100% 오스테나이트.

시편이 마르텐사이트로 냉각 : 250°C 에서 시작 → 순간적 마르텐사이트 → 상온에 이르면 100% 마르텐사이트

(c) 650°C 등온 → 펄라이트는 7초 후 형성. 20초 후 약 50% 펄라이트.

400°C 급랭시 10초 후 상은 50% 오스테나이트 → 베이나이트로 변태.

상온으로 급랭시 상은 오스테나이트 없으므로 변태 진행 x → 최종 : 50% 펄라이트, 50% 베이나이트

10.4

연차리 (c)의 최종 미세조직 : 50% 펄라이트, 50% 베아이트

$$\overline{TS} = W_p(TS)_p + W_b(TS)_b$$

$$= 0.5 \times 950 \text{ MPa} + 0.5 \times 1300 \text{ MPa} = 1125 \text{ MPa}$$

$$\%RA = W_p(\%RA)_p + W_b(\%RA)_b$$

$$= 0.5 \times (32\% RA) + 0.5 \times (52\% RA) = 42\% RA$$

∴ 인장강도 : 1125 MPa, 연성률 : 42% RA