

# 재료공학개론 과제11

2018-12432, Electrical and Computer Engineering department, ParkJeonghyun

12/3/2023

## 1 Problem 1

A는 아래의 식을 만족한다.

$$A = \frac{C_v}{T^3} \quad (1)$$

$$= \frac{12\pi^4 R}{5\theta_D^3} \quad (2)$$

따라서  $\theta_D$ 는 아래의 식을 만족한다.

$$\theta_D = \left( \frac{12\pi^4 R T^3}{5C_v} \right)^{1/3} \quad (3)$$

$$= \left( \frac{12\pi^4 \times 8.3145 \times 15^3}{5 \times 4.60 \times 26.98 \times 10^{-3}} \right)^{1/3} \quad (4)$$

$$= 375K \quad (5)$$

## 2 Problem 2

### 2.1 a

$$\alpha_v = 3\alpha_1 \quad (6)$$

$$= 3 \times 14.2 \times 10^{-6} C \quad (7)$$

$$= 42.6 \times 10^{-6} C \quad (8)$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \alpha_v \Delta T} \quad (9)$$

$$= \frac{19.320}{1 + 42.6 \times 10^{-6} \times (800 - 20)} g/cm^3 \quad (10)$$

$$= 18.699 [g/cm^3] \quad (11)$$

### 2.2 b

단위 부피당 원자들의 갯수는 아래와 같다.

$$N = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 19.320}{26.98} \quad (12)$$

$$= 4.31 \times 10^{23} / cm^3 \quad (13)$$

따라서 vacancies의 숫자는 아래와 같다.

$$N' = N \exp\left(-\frac{E_v}{kT}\right) \quad (14)$$

$$= 4.31 \times 10^{23}/cm^3 \times \exp\left(-\frac{0.98 \times 1.602 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23} \times (273.15 + 800)}\right) \quad (15)$$

$$= 1.07275 \times 10^{19} cm^{-3} \quad (16)$$

금은 FCC구조로 한 unit cell에 4개의 원자가 점유하므로 unit cell의 부피는 아래와 같다.

$$V = \frac{4 \times 26.98}{18.699 \times 6.02 \times 10^{23}} cm^3 \quad (17)$$

$$= 9.58710 \times 10^{-24} cm^3 \quad (18)$$

이 때 단위 격자당 vacancy의 숫자는 unit cell의 부피와 vacancy의 밀도를 곱한 것과 같으므로

$$n' = 1.07275 \times 10^{19} cm^{-3} \times 9.58710 \times 10^{-24} cm^3 \quad (19)$$

$$= 1.02846 \times 10^{-4} \quad (20)$$

따라서 FCC격자에서 unit cell에 포함되어 있는 4개의 원자들에서 해당 갯수만큼 빠진 원자들이 존재하게 된다. 이를 통해 밀도는 아래와 같이 계산된다.

$$\rho = \frac{(4 - 1.02846 \times 10^{-4}) \times 26.98}{6.02 \times 10^{23} \times 9.58710 \times 10^{-24}} g/cm^3 \quad (21)$$

$$= 18.699 g/cm^3 \quad (22)$$

따라서 변화가 거의 없다

### 3 Problem 3

#### 3.1 a

Pure silver가 더 높은 thermal conductivity를 가진다. sterling silver는 혼합물이므로 impurity에 의한 phonon의 scattering이 더 많이 발생할 것이기 때문이다.

#### 3.2 b

Fused silica는 여러 상의 실리콘이 결합되어 있으므로 domain으로만 나누어진 poly crystalline silica보다 낮은 thermal conductivity를 가질 것이다. 따라서 polycrystalline silica의 thermal conductivity가 더 크다.

#### 3.3 c

Linear and syndiotactic poly(vinyl chloride)가 벤젠구조를 가져 격자간 간격이 더 크므로 phonon의 전파속도가 더 커 열전도율이 더 클 것이다.

#### 3.4 d

Atactic polypropylene은 random하게 분자의 광학 성질이 바뀌어 scattering이 발생하므로 isotactic polypropylene이 더 높은 열전도율을 가질 것이다.

## 4 Problem 4

### 4.1 a

열평형에 도달하는데 도달하는 relaxation time은 유한하므로 내부, 외부 사이에 온도차가 발생하게 되고 이로 인해 각각이 평형에 도달했을 때 서로 다른 밀도를 가지므로 응력이 발생한다.

### 4.2 b

냉각시 내부가 더 뜨거우므로 인장 응력이 발생한다.

### 4.3 c

가열시 내부가 더 차가우므로 압축 응력이 발생한다.