1. spherical nucleaus 가정

$$\Delta G = -V\Delta G_v + A\gamma \quad \Leftarrow \quad A = 4\pi r^2, \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

또한 $\frac{4}{3}\pi r^3 = nv = V$ 이기에

이를 모두 대입시, $\Delta G = -nv\Delta G_v + 4\pi\left(\frac{3}{4\pi}nv\right)^{\frac{2}{3}}\gamma$

$$= -nv\Delta G_v + (36\pi)^{\frac{1}{3}} n^{\frac{2}{3}} v^{\frac{2}{3}}\gamma$$

2. (a) ⇒ 1과 동일

$$\Delta G = -nv\Delta G_v + (36\pi)^{\frac{1}{3}} n^{\frac{2}{3}} v^{\frac{2}{3}}\gamma$$

(b) ⇒ $\left.\frac{\partial \Delta G}{\partial n}\right|_{n=n^*} = -v\Delta G_v + (36\pi)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{2}{3} n^{-\frac{1}{3}} \cdot v^{\frac{2}{3}}\gamma$

$$= 0$$

$$\Rightarrow \underline{n^* = \frac{32\pi}{3v}\left(\frac{\gamma}{\Delta G_v}\right)^3}$$

따라서 n^* 대입시 ΔG^* (Energy barrier 구할 수 있음)

$$\therefore \Delta G^* = -n^* v \Delta G_v + (36\pi)^{\frac{1}{3}} n^{*\frac{2}{3}} v^{\frac{2}{3}} \gamma$$

$$= \frac{16}{3}\pi \left(\frac{\gamma^3}{(\Delta G_v)^2}\right)$$

(c) ⇒ diamond 의 stability = graphite 의 stability

$$\Delta G_{dia} = \Delta G_{gra} \Rightarrow \left[\Delta G_{gra} - \Delta G_{dia} = 0\right]$$

$$\Rightarrow n = 36\pi \cdot \frac{\left(V_{gra}^{\frac{2}{3}}\gamma_{gra} - V_{dia}^{\frac{2}{3}}\gamma_{dia}\right)^3}{\left({}^{\circ}G_{dia} - {}^{\circ}G_{gra}\right)^3}$$

$\therefore$ - $\gamma_{dia} = 3.6 \Rightarrow n = 465$

- $\gamma_{dia} = 3.65 \Rightarrow n = 145$

- $\gamma_{dia} = 3.7 \Rightarrow n = 21$

(d) ΔG_{sra} 이 ΔG_{dia} 보다 크면 좋음

$$n < 36\pi \cdot \frac{\left(V_{sra}^{\frac{2}{3}}\gamma_{sra} - V_{dia}^{\frac{2}{3}}\gamma_{dia}\right)^3}{\left({}^{\circ}G_{dia} - {}^{\circ}G_{sra}\right)^3}$$

(e) $n^* = 100$ 이므로

$$\Delta G_{V_{sra}} = \left(n^* \cdot \frac{3V_{sra}}{32\pi}\right)^{-\frac{1}{3}} \cdot \gamma_{sra}$$

$$= 1.08\times 10^{10}\ J/m^3$$

(f) $$\frac{I_{sra}}{I_{dia}} = \exp\left(\frac{(\Delta G^*_{dia} - \Delta G^*_{sra})}{KT}\right)$$

$$\Delta G_{V_{sra}} V_{sra} = {}^{\circ}G_V - {}^{\circ}G_{sra}$$

$$\Delta G_{dia} V_{dia} = {}^{\circ}G_V - {}^{\circ}G_{dia}$$

$$\Rightarrow \Delta G_{dia} = \Delta G_{V_{sra}} V_{sra} - \left({}^{\circ}G_{dk} - {}^{\circ}G_{sra}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta G_{T\,dia} = \frac{\Delta G_{V\,sra} V_{sra} - ({}^{o}G_{T\,dia} - {}^{o}G_{T\,sra})}{V_{dia}} = 1.38 \times 10^{10}\ J/m^3$$

$$\Rightarrow \Delta G^{*}_{sra} = \frac{16}{3}\pi \frac{\gamma_{sra}^{3}}{(\Delta G_{v\,sra})^{2}}, \quad \Delta G^{*}_{dia} = \frac{16}{3}\pi \frac{\gamma_{dia}^{3}}{(\Delta G_{v\,dia})^{2}}$$

$\therefore \Rightarrow$ at 300K, I_{sra}/I_{dia} 는

$\gamma_{dia} = 3.6 \rightarrow 3.63 \times 10^{-23}$

$\gamma_{dia} = 3.65 \rightarrow 4.98 \times 10^{-5}$

$\gamma_{dia} : 3.7 \rightarrow 2.18 \times 10^{14}$

(9) CVD에서 diamond를 키우기 위해서는 γ_{dia}를 작게 해야 함. 이는 입자의 크기가 굉장히 작을 때, surface energy의 큰 영향으로 인해 diamond의 nucleation이 커질 수 있는 것을 의미함.

(g) CVD에서 diamond를 키우기 위해서는

γ_{dia}를 작게 해야함. 이는 입자의 크기가

굉장히 작을 때, surface energy의 큰 영향으로

인해 nucleation이 커질수 있는 것을 의미함.

diamond의

(h) C가 graphite로 nucleation 된다면,

$\Delta G_{gra} > \Delta G_{dia}$ 임에도 불구하고 scale이 nano

이상이기에 capillary effect가 감소함을 의미