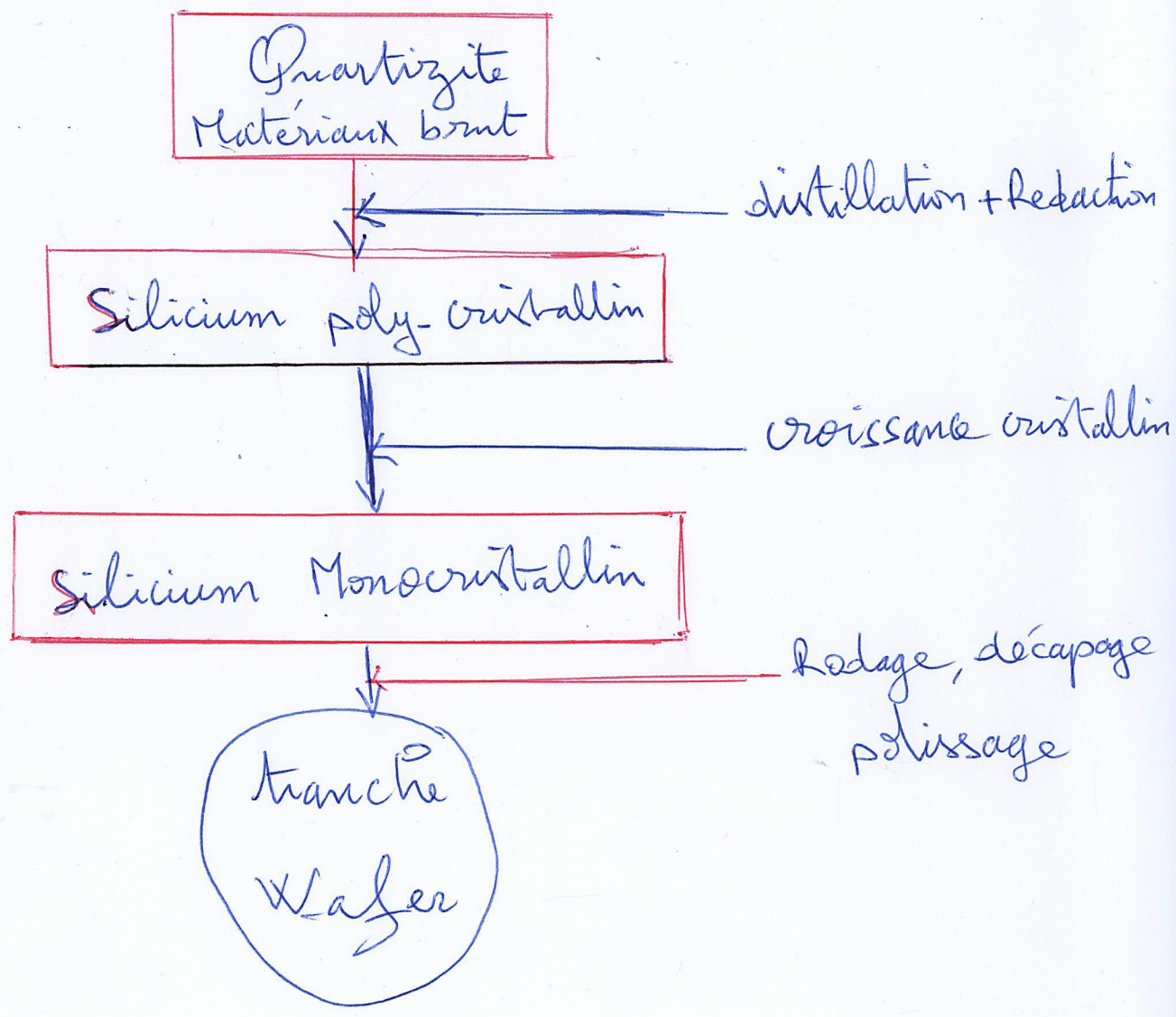


Corrigé d'Examen : Caractérisation des Matériaux

Question de cours :

a/

(0,5 pt)



① Matériaux brut (Quartzite, type de sable),
raffiné en complexe

⇒ MGS (Metallurgical Grade Silicon)

⇒ Distillation ⇒ EGS (Electronic Grade Silicon)

⇒ Monocristallin (croissance cristalline)

(0,5 pt)

b) 1 - Zone Fondue

- (0,1 pt) 2 - Méthode Czochralsky
3 - Bridgman Horizontale

EX09:

(0,5) $N(\text{Si}) = 5 \cdot 10^{22}$ atome/cm³

(0,5) pour le B⁺ on a: $25 \text{ ppb} = \frac{25}{10^9}$

$$C_L(\text{B}) = N(\text{Si}) \times \left(\frac{25}{10^9} \right) \text{ atome/cm}^3$$

(0,5) $C_L(\text{B}) = 5 \times 10^{22} \times \frac{25}{10^9} = 1,25 \times 10^{15}$ atome/cm³

⇒ la concentration de B⁺ est N_d de type P

(0,5) Pour le P⁻ on a, $15 \text{ ppb} = \frac{15}{10^9}$

(0,5) $C_L(\text{P}) = N(\text{Si}) \times \frac{15}{10^9}$ atome/cm³

(0,5) $C_L(\text{P}) = 5 \times 10^{22} \times \frac{15}{10^9} = 7,5 \times 10^{14}$ atome/cm³

⇒ La concentration de P⁻ est N_a de type n

(0,5) Compensation: neutralité de type P ⇒ P >> n

(0,5) $N_a + P = N_d + n \rightarrow 0 \Rightarrow P = N_d - N_a$

(0,5) ⇒ $P = 1,25 \times 10^{15} - 7,5 \times 10^{14} = 5 \times 10^{14} \text{ impl/cm}^3$ type P

(0,5) on a: $\sigma_p = p e \mu_p = \frac{1}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{1}{p e \mu_p}$

(0,5) ⇒ $\rho = \frac{1}{5 \times 10^{14} \times 1,6 \times 10^{-19} \times 470} \Rightarrow \rho = 26,04 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$

EX01

Concentration à l'équilibre des défauts de Schottky

(02) $n_s = N e^{-E_s / kT}$

$E_s = 2,3 \text{ eV}$

$N = 5 \cdot 10^{22} \text{ at/cm}^3$

$k = 8,62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$

$T = 27^\circ \text{C}$

(1) $n_s = 5 \times 10^{22} \text{ (atome/cm}^3) e^{\frac{-2,3}{(8,62 \times 10^{-5})(300 \text{ K})}}$

(0,5) $\Rightarrow n_s = 1,18 \times 10^{-16} \text{ cm}^{-3}$

$T = 1200^\circ \text{C}$

(1) $n_s = 5 \times 10^{22} \text{ (atome/cm}^3) e^{\frac{-2,3}{(8,62 \times 10^{-5})(1473 \text{ K})}}$

(0,5) $\Rightarrow n_s = 6,79 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$

EX03: (0,5) $C(x,t) = C_s \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{D \cdot t}}\right)$

$C_0 = 0,20\%$ de carbone

$C_s = 1,00\%$ de "

$C_x = 0,60\%$ " "

(0,5) $\frac{C_x - C_0}{C_s - C_0} = \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{\sqrt{D \cdot t}}\right) = 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{D \cdot t}}\right)$

$\Rightarrow \frac{0,6 - 0,2}{1 - 0,2} = 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{D \cdot t}}\right)$

① ⇒ 0,5 = erf(x / √(D.t))

- Nous devons maintenant déterminer, à partir du tableau (Annex) la valeur de Z pour laquelle la fonction erreur s'établit à 0,5. Il faut procéder à une interpolation.

Z	erf(Z)
0,45	0,47548172
Z	0,5
0,5	0,520499878

①

①/⑤ Alors: (Z - 0,45) / (0,5 - 0,45) = (0,5 - 0,4755) / (0,52059 - 0,4755) = 0,5455

① ⇒ Z = 0,474727

①/⑤ donc: x / (2√(D.t)) = 0,4747 ⇒ (7,5 × 10⁻⁴ m) / (2√(D.t)) = 0,4747

① ⇒ D.t = 6,24 × 10⁻⁷ m² (I)

en calculant le coeff de diffusion D par la loi de Arrhenius: D = D₀ e^{-E_a/RT}

①/④ A.N D = 2,3 × 10⁻⁵ e^{(-148 × 10³) / (8,31 × 1173)} = 5,858 × 10⁻¹² m²/s

①/⑤ de (I) on a: t = (6,24 × 10⁻⁷ m²) / (5,858 × 10⁻¹² m²/s) = 106400 Sec

①/⑤ ⇒ t = 29,6 heure