

Przydatne wzory
Materiały do kursu Symulacje Fotoogniw dla kierunku Inżynieria
Kwantowa

Katarzyna Gwóźdź

26 marca 2020

1 Koncentracja nośników

Koncentracja noników samoistnych

$$n_i = \sqrt{N_C N_V} \exp\left(\frac{-E_g}{2kT}\right) \quad (1)$$

$$n_i^2 = n_0 p_0 \quad (2)$$

Koncentracja elektronów

$$n_0 = n_i \exp\left(\frac{E_F - E_i}{kT}\right) \quad (3)$$

Koncentracja dziur

$$p_0 = n_i \exp\left(\frac{E_i - E_F}{kT}\right) \quad (4)$$

Efektywna gęstość stanów w pasmie przewodnictwa:

$$N_C = 2 \left(\frac{2\pi m_n^* kT}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

Efektywna gęstość stanów w pasmie przewodnictwa dla krzemu:

$$N_C = 6.2 * 10^{15} T^{\frac{3}{2}} [cm^{-3}] \quad (6)$$

Efektywna gęstość stanów w pasmie walencyjnym:

$$N_V = 2 \left(\frac{2\pi m_p^* kT}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (7)$$

Efektywna gęstość stanów w pasmie walencyjnym dla krzemu:

$$N_C = 3.5 * 10^{15} T^{\frac{3}{2}} [cm^{-3}] \quad (8)$$

2 Długość drogi dyfuzji

$$L_n = \sqrt{D_n \tau_n} \quad (9)$$

$$L_p = \sqrt{D_p \tau_p} \quad (10)$$

$$D = \mu \frac{kT}{e} \quad (11)$$

3 Koncentracja nadmiarowych nośników mniejszościowych

$$n = n_i \exp\left(\frac{E_{Fn} - E_i}{kT}\right) \quad (12)$$

$$p = n_i \exp\left(\frac{E_i - E_{Fp}}{kT}\right) \quad (13)$$

4 Potencjał wbudowany

$$\frac{p_p}{p_n} = \frac{n_n}{n_p} = \exp\left(\frac{qV_{bi}}{kT}\right) = \frac{N_A N_D}{n_i^2} \quad (14)$$

5 Szerokość obszaru zubożonego

$$W = x_n + x_p \quad (15)$$

$$x_n N_D = x_p N_A \quad (16)$$

$$x_p = W \frac{N_D}{N_D + N_A} \quad (17)$$

$$x_n = W \frac{N_A}{N_D + N_A} \quad (18)$$

$$W = \sqrt{\frac{2\varepsilon_s}{q} V_{bi} \left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D}\right)} \quad (19)$$

6 Pole elektryczne

$$\varepsilon_{max} = -\frac{qN_A x_p}{\varepsilon_s} = -\frac{qN_D x_n}{\varepsilon_s} \quad (20)$$

$$\varepsilon(x) = \begin{cases} -\frac{qN_A(x_p + x)}{\varepsilon_s} & \text{gd}y \ x \in (-x_p, 0) \\ -\frac{qN_D(x_n - x)}{\varepsilon_s} & \text{gd}y \ x \in (0, x_n) \\ 0 & \text{w pozostałych} \end{cases} \quad (21)$$

$$\varepsilon(x) = -\frac{dV(x)}{dx} \quad (22)$$

7 Ogniwa słoneczne

Strumień fotonów

$$H = \Phi_f \frac{hc}{\lambda} \quad (23)$$

gdzie $H[W/m^2]$ to gęstość mocy.

$$J_{ph} = q \int_{\lambda} \Phi_f(\lambda) EQE(\lambda) d\lambda \quad (24)$$

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} I_{sc}} = \frac{V_{max} I_{max}}{V_{oc} I_{sc}} \quad (25)$$

$$\eta = \frac{V_{oc} I_{sc} FF}{P_{in}} \quad (26)$$

8 Heterozłącza

$$qV_{bi} = (\chi_p - \chi_n) + E_{gp} - \delta_p - \delta_n \quad (27)$$

$$x_p = \sqrt{\frac{2\varepsilon_n \varepsilon_p \varepsilon_0 N_D (V_{bi} - V)}{q N_A (N_A \varepsilon_p + N_D \varepsilon_n)}} \quad (28)$$

$$x_n = \sqrt{\frac{2\varepsilon_n \varepsilon_p \varepsilon_0 N_A (V_{bi} - V)}{q N_D (N_A \varepsilon_p + N_D \varepsilon_n)}} \quad (29)$$

$$W = x_n + x_p \quad (30)$$