

Universidade Federal de Pernambuco

CTG – Centro de tecnologia e geociências
DES – Departamento de Eletrônica e Sistemas
Introdução aos Dispositivos Semicondutores
Professor : Joaquim F Martins Filho
Monitor : Daniel Marinho e Silva

Constantes Físicas

$k_B = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K, $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C, $k_B T/e = 26$ mV (à temperatura ambiente), $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m, $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s, $m_0 = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

Tabela de Dados de Semicondutores Importantes

Grandeza (à T = 300 K)	Ge	Si	Ga As
Energia de Gap (eV)	0,66	1,12	1,43
Átomos ou moléculas ($10^{22}/\text{cm}^3$)	4,42	5	2,21
Parâmetro de rede (10^{-10}m)	5,658	5,431	5,654
Constante dielétrica (ϵ/ϵ_0)	16	11,8	10,9
Concentração intrínseca n_i (cm^{-3})	$2,5 \times 10^{13}$	$1,5 \times 10^{10}$	10^7
Concentração efetiva N_c (cm^{-3})	$1,04 \times 10^{19}$	$2,8 \times 10^{19}$	$4,7 \times 10^{17}$
Concentração efetiva N_v (cm^{-3})	$6,1 \times 10^{18}$	$1,02 \times 10^{19}$	7×10^{18}
Mobilidade de elétrons ($\text{cm}^2 / \text{V.s}$)	3900	1350	8600
Mobilidade de buracos ($\text{cm}^2 / \text{V.s}$)	1900	480	400
Coeficiente de Difusão D_n (cm^2/s)	100	35	220
Coeficiente de Difusão D_p (cm^2/s)	50	12,5	10
Massa efetiva de elétrons (m_e^*/m_0)	0,12	0,26	0,068
Massa efetiva de elétrons (m_c^*/m_0)	0,55	1,10	
Massa efetiva de buracos (m_b^*/m_0)	0,23	0,38	0,5
Massa efetiva de buracos (m_v^*/m_0)	0,31	0,56	

FORMULÁRIO

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{(E-E_F)}{K_B T}}}$$

$$E_F = \frac{(3\pi^2 N)^{\frac{2}{3}} (\hbar)^2}{2m^*}$$

$$K_F = \frac{(2m^* E_F)^{\frac{1}{2}}}{\hbar}$$

$$V_x = \frac{e.E.\tau}{m^*}$$

$$\sigma = \frac{N.e^2.\tau}{m^*}$$

$$N_c = 2 \cdot \left(\frac{m_c^* K_B T}{2\pi \hbar^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$N_v = 2 \cdot \left(\frac{m_v^* K_B T}{2\pi \hbar^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$E_i = \frac{(E_c + E_v)}{2} + \frac{3}{4} K_B T \cdot \ln \left(\frac{m_v^*}{m_c^*} \right)$$

$$n_0 = N_c \cdot e^{\frac{-(E_c - E_F)}{K_B T}}$$

$$p_0 = N_v \cdot e^{\frac{-(E_F - E_v)}{K_B T}}$$

$$n_i^2 = n_0 \cdot p_0 = N_c \cdot N_v \cdot e^{\frac{-(E_g)}{K_B T}}$$

$$n_0 = n_i \cdot e^{\frac{(E_F - E_i)}{K_B T}}$$

$$p_0 = n_i \cdot e^{\frac{(E_i - E_F)}{K_B T}}$$

$$n_0 + N_a^- = p_0 + N_d^+$$

Para semicondutor tipo n :

$$n_0 \sim N_d$$

$$p_0 \sim \frac{n_i^2}{N_d}$$

$$E_F = E_c - K_B T \cdot \ln \left(\frac{N_c}{N_d} \right)$$

$$E_F = E_i + K_B T \cdot \ln \left(\frac{N_d}{n_i} \right)$$

$$J_n = \sigma_n \cdot E$$

$$\sigma_n = \frac{e^2 \cdot n_0 \cdot \tau_e}{m_e^*}$$

$$\mu = \frac{v}{E}$$

$$\sigma_n = e \cdot n_0 \cdot \mu_n$$

$$\mu_n = \frac{e \cdot \tau_e}{m_e^*}$$

$$J = e \cdot (n_0 \cdot \mu_n + p_0 \cdot \mu_p) \cdot E = \sigma \cdot E$$

$$F = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

$$E_v = \frac{J_x \cdot B_z}{e \cdot N}$$

$$J_p^{dif} = -e \cdot D_p \cdot \frac{\partial p(x)}{\partial x}$$

$$J_n^{dif} = +e \cdot D_n \cdot \frac{\partial n(x)}{\partial x}$$

$$\nabla \cdot J = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

$$D_n \cdot \nabla^2 n - \frac{\partial n}{\partial t} = 0$$

$$J_n = e \cdot \mu_n \cdot n \cdot E + e \cdot D_n \cdot \nabla n$$

$$J_p = e \cdot \mu_p \cdot p \cdot E - e \cdot D_p \cdot \nabla p$$

$$\frac{D_p}{\mu_p} = \frac{D_n}{\mu_n} = \frac{K_B T}{e}$$

$$V_0 = \frac{K_B T}{e} \cdot \ln \left(\frac{N_a \cdot N_d}{n_i^2} \right)$$

$$l_p = \frac{N_d}{N_a + N_d} \cdot l$$

$$l_n = \frac{N_a}{N_a + N_d} \cdot l$$

$$l = \left[\frac{2 \varepsilon V_0}{e} \cdot \left(\frac{1}{N_a} + \frac{1}{N_d} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$C = \frac{\varepsilon \cdot A}{l}$$

$$I = I_s \cdot \left(e^{\frac{eV}{K_B T}} - 1 \right)$$

$$I_s = e \cdot A \cdot n_i^2 \cdot \left(\frac{D_p}{L_p \cdot N_d} + \frac{D_n}{L_n \cdot N_a} \right)$$

$$L_p = \sqrt{D_p \cdot \tau_p}$$