

Fisica dei semiconduttori

n_i/p_i	concentrazione intrinseca di elettr/lacune [cm^{-3}].	A	sezione del semiconduttore
E_{Fi}/E_F	Liv. di Fermi / Liv. di Fermi intrins.		
n/p	concentrazione di elettr/lacune nel drogato [cm^{-3}].	J	densità di corrente [$\frac{A}{\text{cm}^2}$]
σ	conducibilità elettrica	D_n/D_p	coefficienti di diffusività di elettroni e lacune [$\frac{\text{cm}^2}{s}$]
$\rho = \frac{1}{\sigma}$	resistività elettrica	μ_d	mobilità differenziale
N_c	densità efficace degli stati in BC	V_T	equivalente elettrico della temperatura
N_v	densità efficace degli stati in BV	n_n, p_n	Concentrazioni di elettr/lacune in drogato n fuori equilibr
N_D	concentrazione di atomi donat d elettr	n_p, p_p	Concentrazioni di elettr/lacune in drogato p fuori equilibr
N_A	concentrazione di atomi accett d elettr	n_{n0}, p_{n0}	Concentrazioni di elettr/lacune in drogato n in equilibr
N_D^+	concentrazioni di atomi donat ionizz	n_{p0}, p_{p0}	Concentrazioni di elettr/lacune in drogato p in equilibr
N_A^-	concentrazione di atomi accett ionizz	U_n, U_p	tasso di rigenerazione netto dei portatori
v_n, v_p	velocità di trascina dei portatori	R_n	Tasso di ricombinazione
ε	campo elettrico	G_n	Tasso di generazione
μ	mobilità dei portatori [$\frac{\text{cm}^2}{V \cdot s}$]	ρ	Densità di carica netta positiva [$\frac{C}{\text{cm}^3}$]
τ	Tempo di vita medio di elettr e lacune	N^+	Drogaggio ionizzato netto (portatori liberi in complesso) $N^+ > 0 \Rightarrow$ Drogaggio n

Semiconduttore intrinseco $N_c \approx N_v$ $E_F = E_{Fi}$ $n_i = n = p_i = p$ $n \cdot p = n_i^2$ Eq. Shockley: $n \approx n_i \cdot \exp\left(\frac{E_F - E_{Fi}}{k_B \cdot T}\right)$ $p \approx n_i \cdot \exp\left(\frac{E_{Fi} - E_F}{k_B \cdot T}\right)$

Approx di Boltzman Se $E \gg E_F$, allora $n \approx N_c \cdot \exp\left(-\frac{E_c - E_F}{k_B \cdot T}\right)$ e $p \approx N_v \cdot \exp\left(-\frac{E_F - E_v}{k_B \cdot T}\right)$ $n \cdot p = N_c \cdot N_v \cdot \exp\left(-\frac{E_g}{k_B \cdot T}\right)$

Drogaggio $E_g = E_c - E_v$ $n_i = \sqrt{N_c \cdot N_v} \cdot \exp\left(-\frac{E_g}{2 \cdot k_B \cdot T}\right)$ $N^+ = N_D^+ - N_A^-$

Neutr locale: $n + N_A^- = p + N_D^+$ $n = \frac{N^+}{2} \cdot \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot n_i^2}{N^+}\right)^2} \right]$ Tipo n: $E_F = E_c - k_B \cdot T \cdot \log\left(\frac{N_c}{N_D}\right)$ Tipo p: $E_F = E_v - k_B \cdot T \cdot \log\left(\frac{N_v}{N_A}\right)$

Trasporto $v_n = -\mu_n \cdot \varepsilon$ $v_p = -\mu_p \cdot \varepsilon$ $\mu_d = \frac{dV}{dk}$ Legge di ohm: $I = \frac{dQ}{dt}$ $I = -q \cdot n \cdot A \cdot v_n$ $I = q \cdot p \cdot A \cdot \mu_n \cdot \varepsilon$

Densità di corrente (campione drogato solo n o p) $J = \frac{I}{A} \left[\frac{A}{\text{cm}^2} \right]$ Legge di ohm miscrosc. $J = \varepsilon \cdot \sigma$ $\sigma_n = q \cdot n \cdot \mu_n$ $\sigma_p = q \cdot p \cdot \mu_p$
 $J = J_n + J_p$ $J_{n, diff} = q \cdot D_n \cdot \frac{\partial n}{\partial x}$ $J_{p, diff} = -q \cdot D_p \cdot \frac{\partial p}{\partial x}$ $D_n = V_T \cdot \mu_n$ $D_p = V_T \cdot \mu_p$ $D_n = V_T \cdot \mu_n$ $V_T = \frac{k_B \cdot T}{q}$ $J_{tot} = J_{diff tot} + J_{trasc tot}$

Semiconduttore fuori equilibrio In equilibrio: $n = n_0$ e $p = p_0$. Fuori equilibrio: $\left\{ \begin{matrix} n'_n = n_n - n_{n0} \\ p'_n = p_n - p_{n0} \end{matrix} \right\}$ e $\left\{ \begin{matrix} n'_p = n_p - n_{p0} \\ p'_p = p_p - p_{p0} \end{matrix} \right\}$

Neutralità (in eq. termodin.): $p_0 - n_0 = N_A - N_D$ (fuori eq. termodin): $n' \approx p'$; $G = \frac{n_{gen}}{V \cdot t}$ $R = \frac{n_{ric}}{V \cdot t}$ $U_n = R_n - G_n$ $U_p = R_p - G_p$

$U_n = U_p = 0$ (equilibrio) $U_n \approx \frac{n'}{\tau_n}$ $U_p \approx \frac{p'}{\tau_p}$ $\rho = q \cdot (p - n + N_D^+ - N_A^-)$ Regione di semiconduttore quasi neutra: $\rho = 0$

$q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb	$\gamma = 0.9983$ con $N_E = 10^{18}$ e $N_B = 10^{15}$	$q \cdot \phi_{sp} \approx 5$ eV se $N_A = 10^{16}$
$k_B = 8,62 \cdot 10^{-5} \frac{eV}{K} = 1,3807 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$	$\gamma = 0.8571$ con $N_E = 10^{17}$ con $N_B = 10^{16}$	$q\phi_M \approx 4.1$ eV x il metallo
$k_B \cdot T \approx 26 \cdot 10^{-3}$ eV se $t = 300K$	$a_T > 0,9994$	$q\phi_M \approx q\phi_S = 4.05$ eV x n^+ -poly
$V_T = 26$ mV a 300K	$a_F = 0.9977$	$n_i(\text{Si}) = 1,45 \cdot 10^{10}$
	$\beta_F = 433$	$E_g(\text{Si}) = 1.124$ eV