

1 Statistica dei portatori nei semiconduttori intrinseci

Ex7.1.4

Un semiconduttore è all'equilibrio termico alla temperatura $T > 0$ K. Calcolare la posizione in energia del massimo della sua densità degli stati sia in banda di conduzione sia in banda di valenza. Si usino le seguenti approssimazioni:

- (i) bande paraboliche
- (ii) espressioni approssimate per la funzione di Fermi-Dirac

2 Statistica dei portatori nei semiconduttori estrinseci

Ex7.2.1

Un campione di silicio all'equilibrio termico alla temperatura di 300 K ha una concentrazione di elettroni in banda di conduzione pari a $n_e(300\text{K}) = 5.0 \cdot 10^4 \frac{1}{\text{cm}^3}$.

Chiarire se il campione è drogato con donori oppure con accettori.

Calcolare inoltre la posizione del livello di Fermi del campione rispetto al livello di Fermi intrinseco del silicio.

Dati utili:

$$m_e^* = 1.09 \cdot m_0 = 1.09 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$m_L^* = 0.56 \cdot m_0 = 0.56 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{Js}$$

$$k_B = 1.3807 \cdot 10^{-23} \text{J/K} = 8.618 \cdot 10^5 \text{eV/K}$$

$$E_G(\text{Si}) = 1.11 \text{eV}$$

Ex 7.2.3

Un campione di arseniuro di gallio all'equilibrio termico alla temperatura di 400 K è drogato in modo che il suo livello di Fermi cade 0.25 eV al di sotto del bottom della banda di conduzione.

Calcolare la concentrazione n_e di elettroni in banda di conduzione e la concentrazione n_L di lacune in banda di valenza.

Inoltre, assumendo che n_e rimanga costante, calcolare la nuova concentrazione n_L quando la temperatura viene abbassata al valore di 300 K. Commentare il risultato.

Dati utili:

$$m_e^* = 0.067 \cdot m_0 = 0.067 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$m_L^* = 0.45 \cdot m_0 = 0.45 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$E_G(\text{GaAs}) = 1.43 \text{eV}$$

Ex 7.2.4

Un campione di silicio drogato e all'equilibrio alla temperatura ambiente è caratterizzato da una concentrazione di lacune in banda di valenza pari a $n_L = 10^{15} \frac{1}{\text{cm}^3}$.

Calcolare la corrispondente concentrazione n_e di elettroni in banda di conduzione e la differenza tra il bottom della banda di conduzione E_C e il livello di Fermi E_F .

Dati utili:

$$N_{C,amb} = 2.85 \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{cm}^3}$$

$$N_{V,amb} = 1.05 \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{cm}^3}$$

$$k_B T_{amb} = 0.026 \text{eV}$$

$$E_G(\text{Si}) = 1.11 \text{eV}$$

$$T_{amb} = 293 \text{K}$$

Ex 7.2.6

Un campione di germanio drogato e all'equilibrio termico alla temperatura ambiente contiene una concentrazione $N_A = 10^{13} \frac{1}{\text{cm}^3}$ e $N_D = 0$ di accettori e di donori, rispettivamente. Calcolare le concentrazioni di elettroni n_e in banda di conduzione e di lacune n_L in banda di valenza.

Ripetere il calcolo nel caso in cui $N_D = 5.0 \cdot 10^{15} \frac{1}{\text{cm}^3}$ e $N_A = 0$.

Dati utili:

$$m_e^* = 0.55 \cdot m_0 = 0.55 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$m_L^* = 0.37 \cdot m_0 = 0.37 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$k_B T_0 = 0.026 \text{eV}$$

$$N_{C,0} = 1.02 \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{cm}^3}$$

$$N_{V,0} = 5.64 \cdot 10^{18} \frac{1}{\text{cm}^3}$$

$$E_G(\text{Ge}) = 0.66 \text{eV}$$

4 Effetti di campo elettrico

Ex7.4.2

Un campione di silicio cristallino a temperatura ambiente ha forma di un prisma a base quadrata, con aree di base pari a 0.1 mm^2 e altezza pari a 0.01 mm . Agli estremi del prisma viene applicata una differenza di potenziale elettrostatico pari a 10 V . Calcolare la concentrazione di droganti donori N_D che è necessario impiantare nel campione affinché nelle condizioni assegnate circoli una corrente di intensità $i=100 \text{ mA}$.