

Wzbudzenia termiczne nośników

1. Chcemy obliczyć liczbę nośników ładunku w temperaturze T w prostym półprzewodniku. Prawdopodobieństwo obsadzenia stanu o energii ε to

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{e^{(\varepsilon-\mu)/k_B T}} \quad (1)$$

Wartość μ jest ustalona przez właściwą liczbę cząstek w układzie. Potrzebujemy także gęstości stanów dla pasma przewodnictwa oraz walencyjnego:

$$\text{pasma przewodnictwa} \quad \rho(\varepsilon) = \frac{V}{2\pi^2 \hbar^3} (2m_e)^{3/2} \sqrt{\varepsilon - E_G} \quad (2)$$

i

$$\text{pasma walencyjne} \quad \rho(\varepsilon) = \frac{V}{2\pi^2 \hbar^3} (2m_e)^{3/2} \sqrt{-\varepsilon} \quad (3)$$

Wykreślić gęstość stanów i funkcję Fermiego na jednym wykresie.

Jeśli $\varepsilon - \mu \gg k_B T$, znaleźć przybliżenie $f(\varepsilon)$. Użyć tego do znalezienia liczby elektronów w paśmie przewodnictwa

$$n = \frac{1}{V} \int_{E_G}^{\infty} f(\varepsilon) \rho(\varepsilon) d\varepsilon, \quad (4)$$

i zapisać odpowiedź korzystając z $N_C = 2(2\pi m_e k_B T / h^2)^{3/2}$. Następnie obliczyć liczbę dziur w paśmie walencyjnym

$$p = \frac{1}{V} \int_{-\infty}^0 [1 - f(\varepsilon)] \rho(\varepsilon) d\varepsilon, \quad (5)$$

i zapisać odpowiedź korzystając z $N_V = 2(2\pi m_h k_B T / h^2)^{3/2}$.

Pokazać że np jest niezależne od wartości potencjału chemicznego μ .