

Chapter 1: A general introduction to semiconductor and carrier modeling

Bài 1:

- a) Xác định nhiệt độ, tại đó nồng độ hạt tải thuần trong a) Si, b) GaAs bằng với nồng độ hạt tải thuần ở 300K trong Ge
- b) Nếu bán dẫn A có độ rộng vùng cấm là 1 eV, bán dẫn B là 2 eV. Hãy xác định tỉ lệ nồng độ hạt tải thuần của 2 chất bán dẫn trên ở 300K. Xem khối lượng hiệu dụng của hạt tải trong 2 chất là như nhau.

Bài 2:

- a) Một mẫu wafer Silic loại p được pha tạp đồng đều với nồng độ tạp $N_A = 10^{15}/\text{cm}^3$. Nồng độ hạt tải cân bằng ở 0 K, 300 K và 800 K là bao nhiêu?
- b) Một mẫu bán dẫn được pha tạp với nồng độ N, sao cho $N \gg n_i$, giả sử tất cả các nguyên tử tạp chất đều bị ion hóa. Biết $n = N$ và $p = n_i^2/N$. Đây là tạp donor hay acceptor? Giải thích
- c) Một mẫu Silic ở 300 K, điều kiện cân bằng có nồng độ electron là $10^5/\text{cm}^3$. Tính nồng độ lỗ trống.
- d) Một mẫu Silic ở 300 K, mức Fermi nằm cách mức Fermi thuần một khoảng 0.259 eV. Hãy tính nồng độ electron và lỗ trống.
- e) Một mẫu Ge ở trạng thái cân bằng, 300 K, có $n_i = 10^{13}/\text{cm}^3$, $n = 2p$ và $N_A = 0$. Xác định n và N_D

Bài 3:

Xác định nồng độ electron và lỗ trống cân bằng trong các mẫu Silic ở các điều kiện sau:

- a) $T = 300 \text{ K}$, $N_A \ll N_D$, $N_D = 10^{15}/\text{cm}^3$
- b) $T = 300 \text{ K}$, $N_A = 10^{16}/\text{cm}^3$, $N_D \ll N_A$
- c) $T = 300 \text{ K}$, $N_A = 9 \times 10^{15}/\text{cm}^3$, $N_D = 10^{16}/\text{cm}^3$
- d) $T = 450 \text{ K}$, $N_A = 0$, $N_D = 10^{14}/\text{cm}^3$
- e) $T = 650 \text{ K}$, $N_A = 0$; $N_D = 10^{14}/\text{cm}^3$

Bài 4:

Tính E_i và $E_F - E_i$ trong các trường hợp của bài 3. Biết $E_g(\text{Si}) = 1.08 \text{ eV}$ ở 450 K và 1.015 eV ở 650 K

Chapter 2: Carrier action

Bài 1: Cho một thanh silic dài 1 cm, khi áp thế 2 V vào 2 đầu của thanh thì vận tốc trôi trung bình của lỗ trống là 10^3 cm/s. Tính độ linh động của lỗ trống trong thanh bán dẫn đó.

Bài 2: Cho hai mẫu bán dẫn GaAs loại n và p pha tạp đồng đều, giả sử $N_A = N_D \gg n_i$. Mẫu bán dẫn GaAs nào sẽ có điện trở suất lớn hơn? Giải thích.

Bài 3: Mẫu bán dẫn silic ở nhiệt độ phòng có độ linh động của electron là 1300 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$. Tính hệ số khuếch tán của electron.

Bài 4: Tính điện trở suất của bán dẫn thuần Si, Ge, GaAs ở 300 K.

Semi	μ_n ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$)	μ_p ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$)
Ge	~4000	~1900
Si	1358	461
GaAs	~8000	~400

Bài 5:

a) Mẫu bán dẫn silic ở nhiệt độ phòng có nồng độ pha tạp $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Hãy tính điện trở suất của mẫu bán dẫn đó.

b) Nếu pha tiếp vào mẫu bán dẫn trên lượng tạp chất $N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Hãy tính điện trở suất của mẫu bán dẫn đó. Cho độ linh động của electron và lỗ trống trong trường hợp này là

$$\mu_n = 1165 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}, \quad \mu_p = 419 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}.$$

So sánh điện trở suất của mẫu bán dẫn này với mẫu bán dẫn silic thuần cũng ở 300 K.