

VẬT LÝ BÁN DẪN VÀ LINH KIỆN

Chương 1 và 2

Bài tập ví dụ

Bài 1

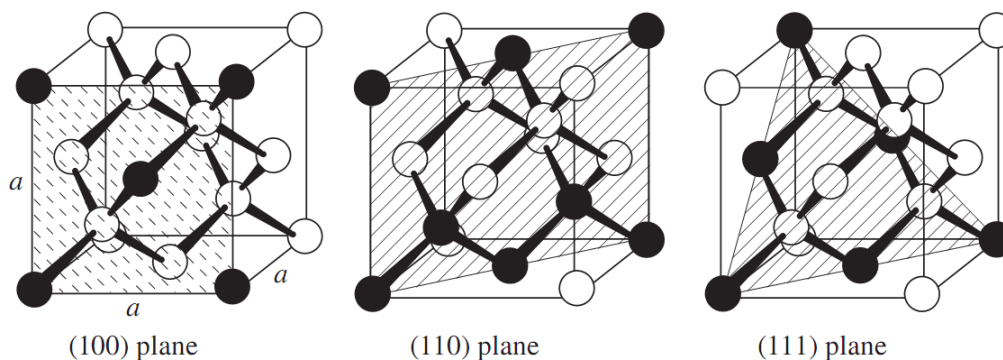
- Molybdenum (Mo) có cấu trúc tinh thể lập phương tâm khối (BCC), với khối lượng riêng là 10.22 g/cm^3 , và khối lượng nguyên tử là 95.94 g/mol . Hãy tính mật độ nguyên tử, hằng số mạng a , và bán kính nguyên tử của molybdenum.
- Vàng (Au) có cấu trúc tinh thể lập phương tâm mặt (FCC), với khối lượng riêng là 19.3 g/cm^3 , và khối lượng nguyên tử là 196.97 g/mol . Hãy tính mật độ nguyên tử, hằng số mạng a , và bán kính nguyên tử của vàng.

Bài 2

- Tungsten (W) có cấu trúc tinh thể lập phương tâm khối (BCC). Bán kính nguyên tử W là 0.1371 nm . Khối lượng nguyên tử của W là $183.8 \text{ amu (g/mol)}$. Hãy tính số lượng nguyên tử W trong một đơn vị thể tích và khối lượng riêng của W.
- Platinum (Pt) có cấu trúc tinh thể lập phương tâm mặt (FCC). Bán kính của nguyên tử Pt là 0.1386 nm . Khối lượng nguyên tử của Pt là $195.09 \text{ amu (g/mol)}$. Hãy tính số lượng nguyên tử Pt trong một đơn vị thể tích và khối lượng riêng của Pt.

Bài 3

- Cho hằng số mạng của Si là $a = 0.543 \text{ nm}$. Hãy tính số lượng nguyên tử Si trong một đơn vị thể tích, ở đơn vị nm^{-3} .
- Tính số lượng nguyên tử trên 1 m^2 và trên 1 nm^2 trên các mặt phẳng (100), (110), và (111) trong tinh thể Si (Hình 1). Mặt phẳng nào có số lượng nguyên tử lớn nhất trên một đơn vị diện tích?
- Khối lượng riêng của SiO_2 là 2.27 g/cm^3 . Cho rằng cấu trúc của nó là vô định hình, hãy tính số lượng phân tử trong một đơn vị thể tích, ở đơn vị nm^{-3} . So sánh kết quả của bạn với phần (a) và bình luận xem điều gì xảy ra khi bề mặt của tinh thể Si bị oxy hóa. Khối lượng nguyên tử của Si và O tương ứng là 28.09 và 16.



Hình 1. Cấu trúc và mặt phẳng tinh thể kim cương lập phương.

Chương 3

Bài 1

- Một tinh thể Si được pha tạp bởi P. Nồng độ donor là 10^{15} cm^{-3} . Hãy tính độ dẫn và điện trở suất của tinh thể.
- Hãy tính nồng độ cần thiết của acceptor đối với tinh thể Si loại p để nó có điện trở suất là $1 \Omega \text{ cm}$ (cho $\mu_h = 450 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$).

Bài 2

Sự tán xạ của hạt tải từ các nguyên tử tạp chất đã ion hóa

Độ linh động trôi của điện tử và lỗ trống từ các nguyên tử tạp chất đã ion hóa (donor và acceptor) tại nhiệt độ phòng có thể thu được từ thực nghiệm và biểu diễn bằng công thức đơn giản sau:

$$\mu = \mu_{\min} + \frac{\mu_{\max} - \mu_{\min}}{1 + (N_d/N_{\text{ref}})^\alpha}$$

Trong đó N_d là mật độ của toàn bộ nguyên tử tạp chất (dopant) đã ion hóa (tổng của nồng độ donor và acceptor đã ion hóa), và μ_{\min} , μ_{\max} , N_{ref} , và α là các tham số phụ thuộc vào loại hạt tải, vật liệu bán dẫn và loại nguyên tử pha tạp (Bảng 5.4).

- Tìm nồng độ của donor P (Phốt pho) trong tinh thể Si loại n với điện trở suất là $0.1 \Omega \text{ cm}$.
- Tìm nồng độ của acceptor B (Bo) trong tinh thể Si loại p với điện trở suất là $0.1 \Omega \text{ cm}$.

Table 5.4 Ionized dopant scattering controlled drift mobility parameters in
 $\mu \approx \mu_{\min} + (\mu_{\max} - \mu_{\min})/[1 + (N_d/N_{\text{ref}})^\alpha]$

Material	$\mu_{\min} (\text{cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1})$	$\mu_{\max} (\text{cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1})$	$N_{\text{ref}} \text{ cm}^{-3}$	α
Si electrons	68.5	1414	9.2×10^{16}	0.711
Si holes	44.9	470.5	2.23×10^{17}	0.719
GaAs electrons	500	9400	6.0×10^{16}	0.394
GaAs holes	20	491.5	1.48×10^{17}	0.38
InP electrons	0	5000	4.0×10^{17}	0.45
InP holes	10	170	4.87×10^{18}	0.62

Bài 3

Pha tạp bù trong Si

- Một đế Si loại n được pha tạp bằng As với nồng độ là 10^{17} nguyên tử/cm³.
 - Tính độ dẫn của mẫu đó tại 27 °C.
 - Mức Fermi (E_{Fn}) trong mẫu đó tại 27 °C là ở đâu so với mức Fermi (E_{Fi}) trong bán dẫn thuần Si?
 - Tính độ dẫn của mẫu đó tại 127 °C.

- b) Mẫu Si loại n trên được pha tạp tiếp bởi Bo (B), một loại chất pha tạp loại p với nồng độ là 9×10^{16} nguyên tử/cm³.
1. Tính độ dẫn của mẫu tại 27 °C.
 2. Mức Fermi trong mẫu đó tại 27 °C là ở đâu so với mức Fermi của mẫu trong phần (a). Đó là bán dẫn Si loại n hay loại p ?