

## ELECTRÒNICA FÍSICA

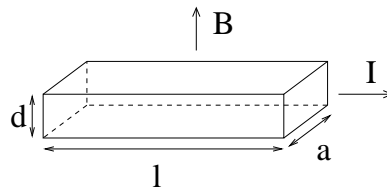
PROBLEMES DE SEMICONDUCTORS

---

- 1** La resistivitat del silici a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  és  $4.3 \times 10^3 \Omega \cdot m$ . Suposant que el temps de relaxació dels portadors de càrrega en el silici és de l'ordre de  $10^{-15} s$ , estima (aplicant el model d'electrons lliures per metalls):
- la densitat d'electrons lliures en el silici,
  - la fracció d'àtoms de silici ionitzats (densitat del silici:  $2.33 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , pes molecular del silici:  $28.1 \text{ g/mol}$ ).
- 2** Una mostra de silici de tipus  $n$  en equilibri tèrmic té una resistivitat a  $300 \text{ K}$  de  $5 \Omega \cdot \text{cm}$ . La mobilitat dels electrons és  $1600 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$  i la dels forats és  $600 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$ . Es coneix també la concentració intrínseca de la mostra ( $1.4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ) i la densitat efectiva d'estats de la banda de conducció ( $10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ). Amb aquestes dades, calcula:
- la concentració d'electrons i forats.
  - la posició del nivell de Fermi respecte al mínim de la banda de conducció.
  - la probabilitat de que un estat del nivell del donador estigui ocupat i la de que no ho estigui (sabent que el nivell d'energia del donador està  $50 \text{ meV}$  per sota de l'energia de la part inferior de la banda de conducció).
- 3** La concentració intrínseca del germani a  $300 \text{ K}$  és  $2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ . Calcula:
- La concentració de portadors  $p$  i  $n$  quan es dopa la mostra amb  $2.4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  de Sb (element del grup V).
  - La concentració de portadors, després de tornar a dopar la mostra amb  $4.8 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  de In (element del grup III).
- 4** La concentració intrínseca del silici a  $300 \text{ K}$  és  $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ . D'altra banda, la mobilitat dels electrons és  $1300 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$  i la dels forats  $500 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$ . Calcula:
- La resistivitat intrínseca del silici.
  - La resistivitat extrínseca de tipus  $n$ , si la densitat d'àtoms donadors és de  $3.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ .
- 5** S'aplica un camp magnètic  $B = 1 \text{ Wb/m}^2$  a una mostra de silici per la que circula un corrent  $I = 5 \text{ mA}$ , tal i com indica la figura adjunta. Les dimensions de la mostra són

$l = 1.0 \text{ cm}$ ,  $d = 0.1 \text{ cm}$  i  $a = 0.2 \text{ cm}$ . La tensió Hall mesurada és igual a  $+2.0 \text{ mV}$ .  
Determina:

- (a) el tipus de semiconductor,
- (b) la concentració de portadors majoritaris (ignorar la presència de portadors minoritaris), i
- (c) la constant de difusió dels portadors (potencial a què es troba sotmesa la mostra:  $0.245 \text{ V}$ , temperatura:  $300 \text{ K}$ ).



- 6** Es disposa d'una mostra de germani de secció recta  $0.1 \times 0.2 \text{ cm}^2$  dopada amb una concentració d'impureses  $10^{23} \text{ m}^{-3}$ . Calcula la tensió Hall que es podria mesurar entre els contactes situats en costats oposats de la mostra (separats  $0.2 \text{ cm}$ ) si s'aplica un corrent de  $0.6 \text{ A}$  al llarg d'ella i un camp magnètic de  $0.5 \text{ Wb/m}^2$  perpendicularment a la direcció del corrent.
- 7** Una mostra de germani amb una concentració d'impureses de  $10^{23} \text{ m}^{-3}$  i amb dimensions  $l = 1.0 \text{ cm}$ ,  $d = 0.1 \text{ cm}$  i  $a = 0.2 \text{ cm}$  (veure la figura del problema 5) s'utilitza com a sonda Hall per mesurar camps magnètics. Quan s'hi fa passar un corrent de  $200 \text{ mA}$ , la tensió Hall mesurada és de  $-5.0 \text{ mV}$ . Determina:
  - (a) El tipus de portador majoritari.
  - (b) El camp magnètic a què es troba sotmesa la sonda.

## SOLUCIONS

- 1** (a)  $4.1 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$ , (b)  $8 \cdot 10^{-11}$
- 2** (a)  $8 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$  i  $2.45 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$ , (b)  $0.244 \text{ eV}$ , (c)  $0.055 \%$  i  $99.945 \%$
- 3** (a)  $4 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  i  $1.6 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ , (b)  $1.6 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  i  $4 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ ,
- 4** (a)  $2.3 \cdot 10^5 \Omega \text{ cm}$ , (b)  $13.74 \Omega \text{ cm}$
- 5** (a)  $p$ , (b)  $1.6 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$ , (c)  $10 \text{ cm}^2/\text{s}$
- 6**  $19 \text{ mV}$
- 7** (a)  $n$ , (b)  $0.4 \text{ Wb/m}^2$