

Februari/Mac 2003

JIF 418 – Semikonduktor dan Peranti

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab SEMUA soalan.

Setiap jawapan mesti dijawab di dalam buku jawapan yang disediakan.

Setiap soalan bernilai 100 markah dan markah subsoalan diperlihatkan di penghujung subsoalan itu.

1. (a) Nyatakan jenis-jenis bahan semikonduktor dan berikan satu contoh bagi setiap jenis tersebut.
(30 markah)
- (b) Hablur pukal tunggal Si yang digunakan sebagai substrat pembuatan peranti tidak wujud secara semulajadi. Perjelaskan satu teknik pertumbuhan bagi mendapatkan hablur pukal tunggal Si ini.
(40 markah)
- (c) Adakah setiap proses pendopan akan meningkatkan kekonduksian hablur semikonduktor? Berikan penjelasan anda.
(30 markah)
2. (a) Perjelaskan pembentukan jalur tenaga dalam Si.
(20 markah)
- (b) Terangkan pembentukan paras penerima dalam jalur tenaga Si.
(20 markah)
- (c) Jika pada suhu 300K, celah tenaga, ketumpatan berkesan jalur konduksi dan ketumpatan berkesan jalur valens bagi GaP masing-masing bersamaan 2.26 eV, $1.7 \times 10^{25} \text{ cm}^{-3}$ dan $2.2 \times 10^{25} \text{ cm}^{-3}$.
 - (i) Tentukan paras fermi intrinsiknya.
(20 markah)
 - (ii) Hitungkan kepekatan pembawa intrinsiknya.
(20 markah)
 - (iii) Apabila ia didopkan dengan kepekatan atom penderma dan atom penerima masing-masing diberikan sebagai $8 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ dan 10^{15} cm^{-3} , kirakan kepekatan pembawa casnya.
(20 markah)
3. (a) Bincangkan satu teknik bagi mengenalpasti jenis semikonduktor.
(20 markah)
- (b) Suatu sampel Si telah terdop dengan $5.4 \times 10^{17} \text{ B cm}^{-3}$ dan $4.6 \times 10^{17} \text{ As cm}^{-3}$. Pada suhu 300K, di antara $x = 0$ sehingga $x = 1 \text{ cm}$ telah terkumpul pembawa minoriti menurut persamaan $n(x) = 10^5 e^{-x/10^{-3}} \text{ cm}^{-3}$. Apabila keseimbangan tercapai,

(i) tentukan ketumpatan arus hanyut pembawa minoriti di $x = 1 \mu\text{m}$.

(60 markah)

(ii) lakarkan jalur tenaga serta tunjukkan arah medan elektrik teraruh.

(20 markah)

4. (a) Dengan berbantuan lakaran dan kesan pincangan, bincangkan pembentukan ciri I-V suatu diod simpangan.

(50 markah)

(b) Suatu simpangan Si terdop dengan 10^{15} atom fosforus cm^{-3} dan 3×10^{18} atom boron cm^{-3} . Simpangan ini mempunyai keratan rentas bulat berdiameter 4 cm. Ketika suhu 300°K , tentukan

(i) paras fermi di rantau p

(10 markah)

(ii) keupayaan sentuh

(10 markah)

(iii) jarak tembusan di rantau n

(10 markah)

(iv) cas di rantau n

(10 markah)

(v) medan elektrik di simpang metalurgikal

(10 markah)

5. Perihalkan satu peranti semikonduktor daripada segi fabrikasi, struktur, ciri dan penggunaannya.

(100 markah)

Pemalar

$$\text{Ketelusan ruang bebas } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$\text{Pemalar Planck } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\text{Pemalar Boltzmann } k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$kT = 0.0259 \text{ eV}$$

Si pada suhu 300 K

$$\text{Ketelusan relatif } \epsilon_r = 11.9$$

$$\text{Celah tenaga } E_g = 1.12 \text{ eV}$$

$$\text{Ketumpatan keadaan berkesan jalur konduksi } N_c = 2.8 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{Ketumpatan keadaan berkesan jalur valens } N_v = 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{Kepekatan pembawa intrinsik } n_i = 1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{Mobiliti elektron } \mu_e = 0.135 \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Mobiliti lohong } \mu_p = 0.048 \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Pekali pengasingan seimbangan boron, } k_o = 0.8$$

$$\text{pekali pengasingan seimbangan oksigen, } k_o = 0.5$$

Ge pada suhu 300 K

$$\text{celah tenaga } E_g = 0.66 \text{ eV}$$

$$\text{ketumpatan keadaan berkesan jalur konduksi } N_c = 1.04 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

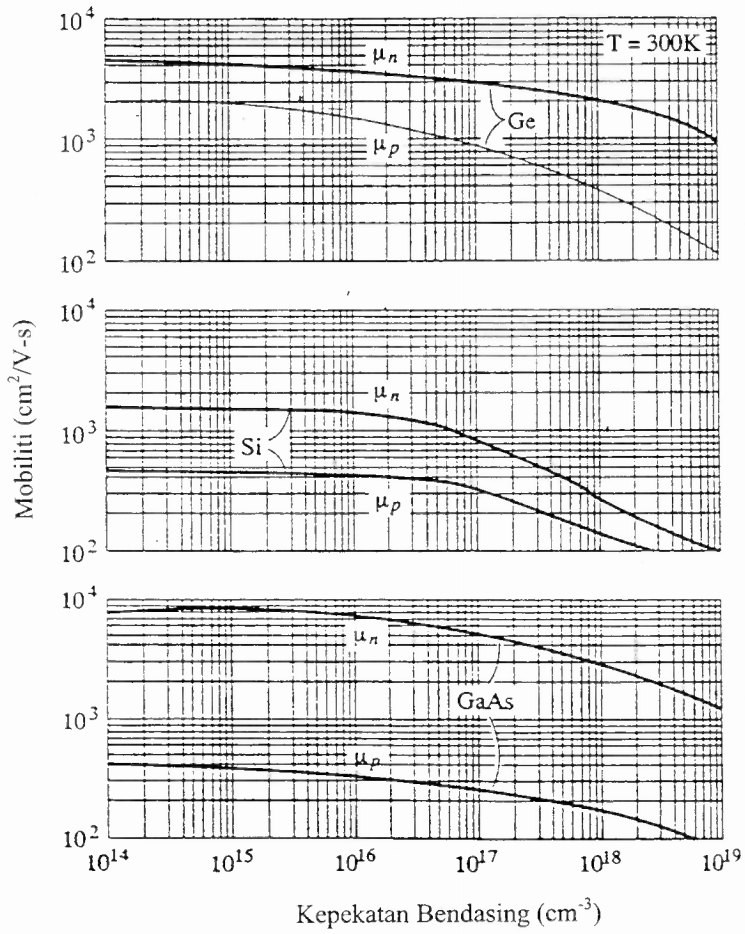
$$\text{ketumpatan keadaan berkesan jalur valens } N_v = 6.0 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{kepekatan pembawa intrinsik } n_i = 2.4 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$$

$$\text{mobiliti elektron } \mu_e = 0.39 \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{mobiliti lohong } \mu_p = 0.19 \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{ketelusan relatif } \epsilon_r = 16.0$$



Pengaruh kepekatan bendasing terhadap mobiliti bagi elektron dan lohong pada suhu 300K bagi Ge,Si dan GaAs

- oooOooo -