



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 1996/97

Oktober-November 1996

EBB 319/3 - Bahan Semikonduktor

Masa : [3 jam]

Arahan Kepada Calon :

Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (5)** muka surat bercetak.

Kertas soalan ini mempunyai **ENAM (6)** soalan.

Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Mulakan jawapan anda bagi setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Malaysia atau maksimum **DUA (2)** soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris.

- 1 (a) Hujahkan mengapa konsep kelincahan tidak bermakna untuk suatu elektron yang bergerak di dalam vakum. (10 markah)
- (b) Terangkan dengan ringkas, empat mekanisme serakkan di dalam semikonduktor. Lakarkan suatu graf yang menunjukkan perubahan kelincahan (iaitu disebabkan oleh dua komponen: serakkan kekisi dan serakkan bendasing) dengan suhu. (30 markah)
- (c) Dengan mengandaikan bahawa μ_p dan μ_n tak bersandar kepada kepekatan pendop, hitungkan kemungkinan nilai maksimum bagi kerintangan di dalam Si dan GaAs pada 300K. Bandingkan nilai-nilai ini dengan kerintangan intrinsik bagi semikonduktor tersebut. (60 markah)
- 2 (a) Apakah kebaikan Si berbanding dengan Ge sebagai bahan peranti? (20 markah)
- (b) Hitungkan anjakan paras Fermi intrinsik E_i dari pertengahan jurang jalur dalam kes (a) Si, (b) GaAs, (c) InSb, dan (d) In As. Gunakan data dari Jadual 1. (80 markah)
- 3 (a) Pergerakkan elektron dan lohong dengan kehadiran medan elektrik dan magnet adalah penting dan menimbulkan beberapa kesan galvanomagnetik. Terangkan dengan ringkas suatu kesan yang sangat penting. Apakah yang boleh ditentukan dari pengukuran kesan ini? (50 markah)

- (b) Suatu sampel semikonduktor dipotong dengan keratan rentas $0.4 \text{ cm} \times 0.4 \text{ cm}$ dan panjangnya 2 cm . Medan magnet 5×10^{-5} Weber cm^{-2} dikenakan secara bertegak lurus kepada permukaan $0.4 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$, dan arus 7.5 mA mengalir melalui panjang sampel. Jika voltan Hall yang diukur ialah 6 mV , tentukan nilai pemalar Hall dan kelincahan Hall. Apakah jenis sampel ini?

(50 markah)

- 4 (a) Takrifkan
- (i) semikonduktor elemen
 - (ii) semikonduktor III-V
 - (iii) semikonduktor II-VI

Berikan contoh-contoh bagi semikonduktor jenis ini.

Apakah yang akan terjadi jika bilangan penderma dan penerima adalah sama di dalam semikonduktor? Adakah ini mempunyai kerintangan yang sama seperti hablur intrinsik?

(40 markah)

- (b) Suatu sampel silikon yang telah didopkan secara seragam mempunyai kepekatan penderma $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ dan kepekatan penerima $1.1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$.
- (a) Hitungkan n_0 dan p_0 pada 300°K dan 150°K .
 - (b) Jika sampel ini didopkan lagi dengan $4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ penderma, hitungkan kepekatan elektron dan lohong pada 300°K .

(60 markah)

- 5 (a) Lakarkan gambar rajah E-k yang menunjukkan struktur jalur bagi GaAs. Terangkan dengan ringkas apakah yang terlibat dalam proses peralihan elektron dari jalur valens ke jalur konduksi di dalam semikonduktor berjurang jalur seperti ini. Apakah penggunaan bagi jenis semikonduktor ini? Berikan tiga contoh semikonduktor yang mempunyai jurang jalur jenis ini. (40 markah)
- (b) Lakarkan graf
- [i] $N_c(E)$, $f_{MB}(E)$, $n(E)$ dalam semikonduktor jenis-n
 - [ii] $N_v(E)$, $f_{MB}(E)$, $p(E)$ dalam semikonduktor jenis -p
- (60 markah)
- 6 (a) Terangkan secara kualitatif mengapa voltan terbina-dalam muncul dalam simpangan p-n di bawah keseimbangan terma. (30 markah)
- (b) Pertimbangkan suatu simpangan p-n Si yang mendadak pada 300K dengan $N_A = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ dan $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Jika $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ dan ketelusan Si ialah $1.05 \times 10^{-12} \text{ Fcm}^{-1}$, hitungkan
- (i) voltan terbina-dalam
 - (ii) lebar rantau kesusutan berpincang sifar, x_n dan x_p ,
 - (iii) medan maksimum dalam rantau kesusutan.
- (70 markah)

Gunakan data dari Jadual 1 bila perlu.

Jadual 1: Sifat-sifat semikonduktor terpilih pada at 300K

Sifat	Si	GaAs	In As	InSb
Ketumpatan (g cm ⁻³)	2.33	5.32	5.66	5.77
Pemalar kekisi (Å)	5.43	5.65	6.06	6.47
Kepekatan pembawa intrinsik, n_i (cm ⁻³)	1.5×10^{10}	1.79×10^6		
Ketumpatan keadaan efektif - jalur konduksi, N_c (cm ⁻³)	2.8×10^{19}	4.7×10^{17}		
Ketumpatan keadaan efektif - jalur valens, N_v (cm ⁻³)	1.02×10^{19}	7.0×10^{18}		
Jurang tenaga, E_g (eV)	1.12	1.43	0.36	0.18
Jisim berkesan bagi ketumpatan keadaan m_e^*/m_0	1.18	0.068	0.028	0.013
Jisim berkesan bagi ketumpatan keadaan m_h^*/m_0	0.81	0.56	0.33	0.18
Kelincahan intrinsik-elektron (cm ² V ⁻¹ sec ⁻¹)	1350	8500	22600	100000
Kelincahan intrinsik-lohong (cm ² V ⁻¹ sec ⁻¹)	480	400	200	1700
Takat lebur (°C)	1415	1238	942	525

-ooOOOoo-