

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 1995/96

Oktober/November

EBB 315/3 - Bahan Semikonduktor 1

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi LAPAN (8) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) soalan semuanya.

Sila jawab mana-mana LIMA (5) soalan sahaja.

Semua jawapan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia

Pemalar Fizik

Cas Elektronik	$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Jisim rehat elektronik	$m_0 = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Pemalar Boltzmann	$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Pemalar Planck	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Ketelusan ruang bebas	$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$

1. [a] Sebatian III-V, InSb mempunyai titik lebur yang lebih tinggi dan jurang jalur yang lebih lebar bertanding dengan elemen kumpulan IV yang mempunyai pemalar kekisi yang sama, α -Sn. Terangkan pemerhatian ini berdasarkan ikatan atom-atom.

(20 markah)

- [b] Takrifkan (i) atom penderma
(ii) atom penerima
(iii) semikonduktor jenis-p
(iv) semikonduktor jenis-n

(20 markah)

- [c] Namakan semikonduktor-semikonduktor yang telah mendapat penggunaan sebagai pengesan infra-merah dan sumber-sumber sinaran?

(20 markah)

- [d] Kekonduksian bagi sampel intrinsik meningkat dengan faktor $\sqrt{2}$ apabila atom penderma sebanyak 10^{16} per cm^3 diperkenalkan. Jika kesemua penderma adalah terion dan kelincahan kekal tidak berubah, dan jika kelincahan lohong adalah setengah kelincahan elektron, apakah kepekatan elektron dan lohong?

(40 markah)

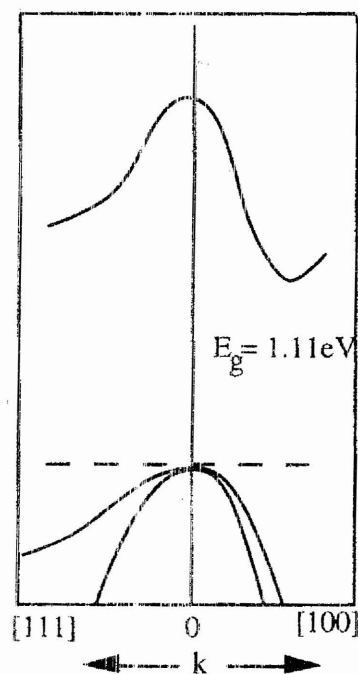
..3/-

- 2 [a] Semasa peringkat awal perkembangan transistor, Ge adalah bahan yang paling banyak digunakan di dalam pembuatan diod dan transistor. Akan tetapi, kebanyakan peranti zaman sekarang menggunakan Si. Terangkan mengapa Si telah menjadi bahan pilihan untuk peranti.

(15 markah)

- [b] Rajah 1 ialah gambarajah E-k bagi semikonduktor. Terangkan proses penggabungan semula elektron-lohong di dalam semikonduktor jenis ini. Apakah sifat jelas bagi jurang jalur bahan ini? Apakah kemungkinan penggunaan yang boleh diperolehi dari sifat ini? Apakah yang dimengertikan dengan dua lengkungan di dalam jalur valens? Apakah bahan ini? Apakah bahan-bahan lain yang boleh digolongkan bersama dengan bahan ini?

(45 markah)



Rajah 1

..4/-

- [c] Sekeping Si didopkan dengan 5×10^{16} atom Boron per cm^3 . Hitungkan kepekatan elektron pada 300K. Apakah kedudukan paras Fermi terhadap pinggir jalur valens dan paras Fermi intrinsik? Lakarkan paras-paras Fermi ini untuk menunjukkan kedudukan mereka terhadap pinggir jalur konduksi dan pinggir jalur valens.

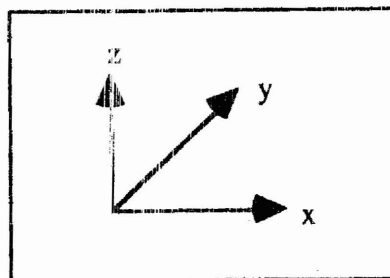
(40 markah)

- 3 [a] Terangkan prinsip kaedah yang digunakan untuk mengukur ketumpatan pembawa bergerak bersarna-sama dengan tanda cas pembawa.

(30 markah)

- [b] Sampel Ge yang telah didopkan dengan $2.56 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ atom Ga dipotong dengan keratan rentas segi empat tepat $3\text{mm} \times 3\text{mm}$ dan panjang 12 mm. Medan magnet 0.6 Weber m^{-2} dikenakan bertegak lurus (di dalam arah z - lihat arah paksi di dalam rajah 2) kepada permukaan $3\text{mm} \times 12\text{mm}$, dan arus 10 mA mengalir di sepanjang sampel di dalam arah x negatif. Hitungkan magnitud dan tanda bagi voltan. Apakah perubahan kuantitatif bagi voltan ini apabila sampel ini digantikan dengan sampel Ge intrinsik yang sama dimensinya? Andaikan $T = 300\text{K}$.

(50 markah)



Rajah 2

- [c] Takrifkan jisim berkesan. Bagaimana konsep jisim berkesan boleh meningkatkan lagi kefahaman konsep lohong?
(20 markah)
4. [a] Kebolehan simpang pn untuk menghalang aliran arus dalam keadaan pincang songsang, tidaklah terhad. Dengan bantuan rajah-rajah yang berkaitan, bincangkan tiga (3) mekanisme utama,
i] pecah melalui runtuhan,
ii] pecah melalui penerowongan dan
iii] pecah melalui tebuk-tembus
yang membenarkan suatu arus yang besar mengalir melalui simpang walaupun dikenakan pincang songsang.
(50 markah)
- [b] Suatu diod mendadak dicopkan dengan $N_A = 10^{22} \text{ m}^{-3}$ dan $N_D = 10^{24} \text{ m}^{-3}$ dikedua-dua bahagian simpang. Jika $W_p = 5\mu\text{m}$, $W_n = 100\mu\text{m}$ dan medan runtuhan ialah $2 \times 10^7 \text{ Vm}^{-1}$, tentukan samada pecah melalui runtuhan atau pecah melalui tebuk-tembus berlaku dahulu. Di beri $n_i = 10^{16} \text{ m}^{-3}$ dan $\epsilon_r = 4$. Simbol-simbol N_A , N_D , W_p , W_n , n_i dan ϵ_r mempunyai maksud yang biasa.
(50 markah)
5. [a] Terangkan secara ringkas bagaimana sela jalur (sela tenaga) terbentuk. Bincangkan satu cara bagaimana sela jalur boleh diukur.
(40 markah)

- [b] Ketumpatan elektron dalam suatu semikonduktor berubah secara linear dari 10^{20}m^{-3} ke 10^{12}m^{-3} sepanjang jarak $4\mu\text{m}$. Penyambungan kepada arus litar luar dibiarkan terbuka dan semikonduktor berkenaan berada dalam keadaan keseimbangan termodinamik. Kirakan medan elektrik di titik tengah semikonduktor berkenaan. Gunakan $\mu_e = 0.135\text{m}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ dan $T = 300\text{K}$. Simbol-simbol μ_e dan T mempunyai maksud yang biasa.

(60 markah)

- 6 [a] Sentuhan jenis apakah yang merupakan suatu simpang unggul antara tungsten dan silikon? Gunakan data yang diberikan dalam jadual 1 dan jadual 2. Lakarkan juga rajah sela tenaga bagi sentuhan (simpang unggul) yang terbentuk ini.

(50 markah)

- [b] Pada keadaan pincang sifar, berapakah tebal kawasan susut semikonduktor bagi sentuhan yang telah terbentuk (yang terdapat dalam soalan 6 [b])?

(25 markah)

..7/-

- [c] Kirakan tinggi halangan-halangan yang menghalang elektron dari menyeberangi antara emas dan silikon (dalam keadaan pincang sifar) jika aras Fermi ialah 0.2eV di bawah pinggir jalur pengaliran dalam semikonduktor berkenaan. Andaikan sentuhan adalah unggul. Gunakan data yang diberikan dalam jadual 1 dan jadual 2.

(25 markah)

Perhatian

Gunakan data yang diberikan dalam jadual 1 untuk mana-mana soalan yang perlu.

Jadual 1: Sifat Semikonduktor pada 300K

	Ge	Si
Jalur Tenaga, E_g	4.01 eV	1.12 eV
Pemalar dielektrik, ϵ_r	16.0	11.9
Kepekatan pembawa intrinsik, n_i	$2.4 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$	$1.4 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$
Ketumpatan efektif keadaan di dalam jalur konduksi, N_c	$1.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$	$2.8 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$
Ketumpatan efektif keadaan di dalam jalur valens, N_v	$6.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$	$1.02 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$
Kelincahan intrinsik elektron, μ_e	$3900 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{S}^{-1}$	$1350 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{S}^{-1}$
Kelincahan intrinsik lohong, μ_h	$1900 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{S}^{-1}$	$480 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{S}^{-1}$

Jadual 2 - Fungsi kerja

Bahan	Fungsi kerja (eV)
Aluminium	4.1
Karbon	4.8
Tembaga	4.3
Emas	4.8
Besi	4.6
Perak	4.7
Tungsten	4.5