



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 1997/98

September 1997

EBB 215/3 - BAHAN SEMIKONDUKTOR

Masa: [3 jam]

Arahan kepada Calon:-

Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM (6)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

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

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

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

Semua soalan mesti di jawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. [a] Pada umumnya, titik lebur bagi hablur ionik adalah lebih rendah dan jurang jalurnya lebih lebar berbanding dengan semikonduktor yang terikat secara kovalen. Terangkan pemerhatian ini berdasarkan pengikatan atom.

(20 markah)

- [b] Apakah masalah utama yang dihadapi oleh semikonduktor sebatian walaupun ia mempunyai kebaikan dalam membekalkan pilihan jurang jalur yang lebih luas berbanding dengan semikonduktor elemen.

(20 markah)

- [c] Namakan **tiga** [i] semikonduktor sebatian III-V.
[ii] semikonduktor sebatian II-VI.

(20 markah)

- [d] Lakarkan kekisi 2-dimensi bagi silikon untuk kes yang berikut:

[i] dengan kehadiran atom arsenik

[ii] dengan kehadiran atom boron

(20 markah)

- [e] Apakah majoriti dan minoriti dalam sampel silikon berdop

[i] dengan fosfor?

[ii] dengan boron?

(20 markah)

...3/-

2. [a] Takrifkan kelincuhan (mobiliti) elektron dan lohong sebagai kaitannya dengan pergerakan cas dalam kekisi silikon. Apakah yang diukur oleh kuantiti-kuantiti ini dan apakah unit SI nya?

(30 markah)

- [b] Terangkan dengan ringkas mekanisme serakan dalam suatu bahan semikonduktor. Plotkan suatu graf yang menunjukkan perubahan kelincuhan disebabkan oleh serakan kekisi dan serakan bendasing dengan suhu.

(70 markah)

3. [a] Takrifkan semikonduktor intrinsik. Apakah dua semikonduktor elemen yang paling penting?

(20 markah)

- (b) Lakarkan rajah jalur tenaga yang menunjukkan paras penderma dan penerima untuk semikonduktor yang berikut :

[i] silikon dengan atom bendasing fosfor

[ii] silikon dengan atom bendasing aluminium

(20 markah)

[c] Sifat-sifat Si dan Ge pada suhu bilik diberikan di bawah :

Untuk Ge

Untuk Si

$$N_c = 1.04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$$

$$N_c = 2.80 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$$

$$N_v = 6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$$

$$N_v = 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$$

$$E_g = 0.67 \text{ eV}$$

$$E_g = 0.67 \text{ eV}$$

Hitungkan suhu pengoperasian maksimum bagi paras pendopan $N_A = 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ untuk Ge dan $N_D = 5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ untuk Si. Daripada keputusan di atas, semikonduktor manakah yang anda fikir lebih baik untuk operasi kuasa-tinggi dan seterusnya operasi suhu tinggi?

(60 markah)

4. [a] Terangkan pergerakan pembawa majoriti dan minoriti dalam simpangan p-n pada keseimbangan. Apakah yang dimaknakan dengan rantau susut bagi simpangan p-n?

(40 markah)

[b] Terangkan pergerakan pembawa majoriti dan minoriti dalam simpangan p-n di bawah pincang hadapan.

(30 markah)

[c] Terangkan pergerakan pembawa majoriti dan minoriti dalam simpangan p-n di bawah pincang terbalik.

(30 markah)

...5/-

5. [a] Untuk semikonduktor yang berikut : [i] GaAs [ii] Ge

Lakarkan rajah E-k dengan menunjukkan struktur jalur dan kenalpastikan jurang-jurang jalur yang paling penting.

Terangkan dengan ringkas apakah yang terlibat dalam proses peralihan dari jalur valens ke jalur konduksi untuk semikonduktor yang disebutkan di atas.

Berkaitan dengan ciri-ciri di atas, apakah penggunaan yang anda fikir sesuai untuk semikonduktor-semikonduktor ini?

(80 markah)

- [b] Atom penderma telah ditambah untuk menjadikan silikon jenis-n dengan kekonduksian elektrik $150 (\Omega.m)^{-1}$. Hitungkan kepekatan pembawa cas yang diperlukan.

(20 markah)

6. [a] Terangkan kesan yang boleh digunakan untuk mengukur kepekatan pembawa majoriti, jenis semikonduktor dan begitu juga kelincahan pembawa.

(30 markah)

- [b] Wafer silicon telah didopan dengan $3 \times 10^{16} /cm^3$ atom fosfor, $1.5 \times 10^{17} /cm^3$ atom boron dan $1.5 \times 10^{17} /cm^3$ atom arsenik.

- Hitungkan (i) kepekatan elektron
(ii) kerintangangan elektrik bagi bahan tersebut

(30 markah)

...6/-

[c] Takrifkan jarak resapan.

Untuk silikon, hitungkan koefisien resapan bagi elektron dan lohong pada suhu bilik jika diberikan nilai-nilai berikut:

$$\text{Kelincahan elektron} = 0.15 \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$\text{Kelincahan lohong} = 0.046 \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$\text{Pemalar Boltzmann's} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$\text{Cas} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Pembawa yang manakah dalam silikon yang bergerak dengan lebih laju?

(40 markah)

Anda boleh menggunakan data di bawah jika perlu.

Sifat-sifat Si pada 300 K.

Kepekatan pembawa intrinsik, n_i	$1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$
Kelincahan elektron	$0.145 \text{ m}^2/\text{Vs}$
Kelincahan lohong	$0.048 \text{ m}^2/\text{Vs}$
Jurang Tenaga	1.12 eV

ooOoo