



Final Examination
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

JIF418 – Semiconductor and Devices
[Semikonduktor dan Peranti]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper has **SIX** printed pages before you answer any questions.

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

Each question carries 20 marks.

In the event of any discrepancies in the exam questions, the English version shall be used.

*Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM** muka surat yang bercetak sebelum anda menjawab sebarang soalan.*

*Jawab **SEMUA** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan **sama ada** dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

Baca setiap arahan dengan teliti sebelum menjawab.

Setiap soalan bernilai 20 markah.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

...2/-

CONSTANTS**PEMALAR**

Charge $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Cas $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Boltzmann's constant, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$

Pemalar Boltzmann, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1} = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$

At 300 K:

Pada 300 K:

Intrinsic carrier concentration of Si = $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

Kepekatan pembawa bagi Si = $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

Conduction band effective density of states of Si, $N_c = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

Ketumpatan berkesan jalur konduksi bagi Si, $N_c = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

Valence band effective density of states of silicon, $N_v = 1.04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

Ketumpatan berkesan jalur valens bagi Si, $N_v = 1.04 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

Answer **ALL** questions.

Jawab **KESEMUA** soalan.

1. With appropriate illustration/equation (if any), give your comments on the **truthfulness** of the following statements:

*Dengan menggunakan ilustrasi/persamaan yang bersesuaian (jika ada), berikan komen anda terhadap **kebenaran** pernyataan berikut:*

- (a). The volatility of gallium hinders growing bulk GaAs using the Czochralski method.

Gallium yang mudah meruap menghalang pertumbuhan GaAs pukal melalui kaedah Czochralski.

(5 marks/markah)

- (b). Ionised acceptor atoms create holes in the conduction band.

Atom penerima yang terion membentuk lohong dalam jalur konduksi.

(5 marks/markah)

- (c). Increasing the dopant concentration will increase the separation between the Fermi level and the intrinsic level.

Meningkatkan kepekatan pendop akan meningkatkan pemisahan di antara aras Fermi dengan aras intrinsik.

(5 marks/markah)

- (d). Minority carrier injection occurs during reverse bias in a pn junction.

Suntikan pembawa minoriti berlaku semasa pincang songsang dalam satu simpang pn.

(5 marks/markah)

...4/-

2. (a). Bulk single Si crystal does not exist naturally. Describe the process of fabricating a bulk single Si crystal.

Hablur pukal tunggal Si tidak wujud secara tabii. Terangkan proses bagi memfabrikasi satu hablur pukal tunggal Si.

(10 marks/markah)

(b).

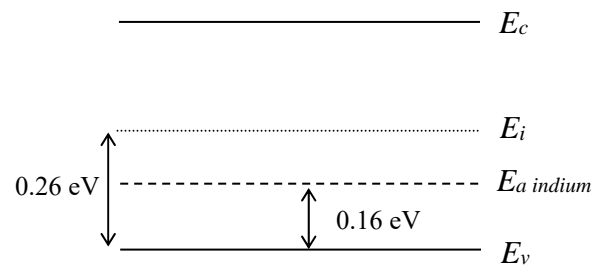


Figure 1

Rajah 1

Figure 1 shows an energy level diagram of a Si sample containing 10^{16} indium cm^{-3} at 300 K. What is the concentration of the indium that are un-ionized?

Rajah 1 menunjukkan satu gambar rajah aras tenaga bagi satu sampel Si yang mengandungi 10^{16} indium cm^{-3} pada 300 K. Berapakah kepekatan indium yang masih tidak terion?

(10 marks/markah)

3. A Si sample at 300 K is doped with 10^{16} boron cm^{-3} .

Satu sampel Si pada 300 K didopkan dengan 10^{16} atom boron cm^{-3} .

- (a). Calculate the carrier concentrations.

Hitung kepekatan pembawa.

(5 marks/markah)

...5/-

- (b). The sample is then steadily illuminated. If the steady state optical generation rate is 10^{21} EHP $\text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ and the recombination coefficient is $10^{-10} \text{cm}^3 \text{s}^{-1}$, calculate the

Sampel tersebut kemudiannya disinari secara mantap. Jika kadar penjanaan optikal keadaan mantap ialah 10^{21} EHP $\text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ dan pekali rekombinasi ialah $10^{-10} \text{cm}^3 \text{s}^{-1}$, hitung

- (i). excess carrier concentration.
kepekatan pembawa lebihan.

(5 marks/markah)

- (ii). separation of the quasi-Fermi levels.
pemisahan aras kuasi-Fermi.

(10 marks/markah)

4. A p-GaAs sample experiences a constant electric field, 15 V m^{-1} for $0 \leq x \leq 20 \mu\text{m}$ and a constant total current density, 90 A cm^{-2} . At $x = 0$, the drift and diffusion currents are equal. At 300 K, the mobility of holes is $400 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Determine the expression for the hole concentration, $p(x)$ at 300 K.

Satu p-GaAs sampel mengalami satu medan elektrik malar, 15 V m^{-1} antara $0 \leq x \leq 20 \mu\text{m}$ dan jumlah ketumpatan arus malar, 90 A cm^{-2} . Di $x = 0$, arus hanyut dan arus resapan adalah sama. Pada 300 K, kelincahan lohong ialah $400 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Tentukan ungkapan kepekatan lohong, $p(x)$ pada 300 K.

(20 marks/markah)

5. (a). Explain the formation of the asymmetric current-voltage characteristic of a p-n junction.

Jelaskan pembentukan ciri arus-voltan yang asimetrik bagi satu simpang p-n.

(10 marks/markah)

- (b). A p-n Si junction is doped with 10^{16} cm^{-3} donor atoms on the n side. The diffusion coefficient of holes is $10 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ and recombination lifetime of holes is $0.1 \mu\text{s}$. If the junction area is 10^{-4} cm^2 , calculate the current at forward bias of 0.5 V at 300 K .

Satu simpang p-n Si didopkan dengan 10^{16} cm^{-3} atom penderma pada bahagian n. Pekali resapan lohong ialah $10 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ dan masa hayat rekombinasi ialah $0.1 \mu\text{s}$. Jika luas simpang ialah 10^{-4} cm^2 , hitung arus ketika pincang depan 0.5 V pada 300 K .

(10 marks/markah)