

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1995/96

Oktober/November 1995

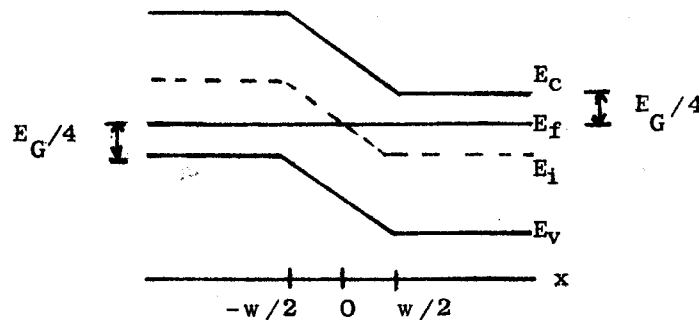
ZSE 446 - Ilmu Fizik Semikonduktor & Alat Rekaan

Masa : [3 jam]

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

Jawab kesemua **LIMA** soalan. Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

- 1.(a) Apakah yang dimaksudkan dengan bahan semikonduktor hablur tunggal, polihablur dan amorfus. (20/100)
- (b) Jelaskan dengan terperinci proses Czochralski. (40/100)
- (c) Dalam pertumbuhan hablur Si dari proses Czochralski, ingot silikon dikehendaki supaya mengandungi 10^{16} atom/cm³ fosforus
 - [i] Berapakah kepekatan fosforus atom yang terkandung dalam leburan bagi menghasilkan kepekatan bendasing dalam hablur semasa pertumbuhan? Bagi P dalam Si koefisien taburan ialah 0.35. (20/100)
 - [ii] Jika beban permulaan dalam mangkuk pijar ialah 5 kg, berapa gram fosforus mesti ditambah? Berat atomik fosforus ialah 31. Ketumpatan Si ialah 2.33 g/cm³. Abaikan perbezaan diantara silikon pepejal dan leburan. (20/100)
- 2.(a) Tunjukkan bahawa hasildarab kepekatan lohong keseimbangan dan kepekatan elektron keseimbangan adalah kepekatan pembawa intrinsik kuasa dua ($n_i p_i = n_i^2$) di dalam keseimbangan terma. (20/100)



- (b) Suatu semikonduktor disifatkan dengan rajah jalur tenaga diatas. Jika semikonduktor ialah silikon pada suhu 300 K ($E_G = 1.12$ eV, $n_i = 1.18 \times 10^{10}$ /cm³, $kT = 0.0259$ eV), tentukan kerintangan bagi bahagian $x > w/2$ semikonduktor tersebut. Kelincahan elektron ialah 1350 cm²/V-saat. (10/100)
- (c) Suatu elektron pada $x = w/2$ cuba bergerak ke kawasan $x < -w/2$ tanpa mengubah jumlah tenaga. Berapakah tenaga kinetik minima elektron untuk berbuat demikian? (10/100)
- (d) Lakarkan keupayaan elektrostatis V di dalam bahan semikonduktor sebagai fungsi x . (10/100)
- (e) Lakarkan medan elektrik ϵ di dalam semikonduktor sebagai fungsi x . (10/100)
- (f) Semikonduktor berada dalam keseimbangan. Bagaimana anda tahu fakta ini dari rajah diatas? (10/100)
- (g) Berapakah nilai ketumpatan arus elektron J_n dan ketumpatan arus lohong J_p pada $x = 0$? (10/100)
- (h) Wujudkah arus hanyutan pada $x = 0$? Jika wujud apakah arah aliran arus tersebut? (10/100)
- (i) Wujudkah arus resapan elektron pada $x = 0$? Jika wujud, apakah arah aliran arus tersebut? (10/100)
- 3.(a) Ketaktentuan suatu keadaan dipenuhi pada pinggir jalur konduksi adalah sama dengan ketaktentuan suatu keadaan itu kosong pada pinggir jalur valens. Di manakah letaknya kedudukan paras Fermi? (30/100)
- (b) Jelaskan maksud jarak resapan. (10/100)

- (c) Waktu hayat lohong bagi semikonduktor terdop $N_D = 10^{15}/\text{cm}^3$ ialah 10^{-6} saat. Perhitungkan jarak resapan bagi lohong. Kelincahan lohong ialah $458 \text{ cm}^2/\text{V-saat}$. (10/100)
- (d) Perhitungkan keupayaan sentuhan V_o bagi suatu simpang p-n mendadak yang mempunyai nilai $N_a = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ pada sebelah p dan $N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ pada sebelah n, pada suhu 300 K. Juga dapatkan lebar kawasan susutan dan puncak medan elektrik bagi simpang ini. (50/100)
- 4.(a) Terangkan asalnya kesan Hall. Gunakan satu gambarajah yang menunjukkan dengan jelasnya arah-arah voltan Hall dan kuantiti-kuantiti vektor lain yang berkenaan bagi suatu contoh di mana konduksi elektron adalah utama. (40/100)
- (b) Bahan Indium antimonid berukuran tebal 2.5 mm menghasilkan arus 150 mA. Suatu medan magnet berketumpatan fluks 0.5 T digunakan. Voltan Hall maksimum ialah 8.75 mV. Perhitungkan bilangan pembawa cas bebas per unit isipadu, dengan anggapan yang setiapnya mempunyai cas $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$. (40/100)
- (c) Apakah yang dapat dinyatakan daripada pemerhatian bahawa voltan Hall di dalam bahan berlainan boleh menjadi positif, negatif atau sifar? (20/100)
- 5.(a) Voltan runtuh-runtuhan satu simpangan p⁺n silikon adalah 60V untuk $N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Apakah ketebalan minimum rantau n yang diperlukan untuk memastikan bahawa runtuh-runtuhan berlaku dan tidak tebuk-tembus? (30/100)
- (b) Satu transistor pnp pada suhu bilik mempunyai lebar tapak di antara dua rantau kesusutan $1 \mu\text{m}$. Kelincahan lohong di tapak adalah $450 \text{ cm}^2/\text{V-saat}$ dan masa hayatnya adalah $10 \mu\text{s}$. Jika arus pengumpul adalah 0.12A, berapakah arus tapak? (30/100)
- (c) Jika transistor pada bahagian (b) di atas digunakan sebagai suis, berapakah masa pasang dan masa tunda simpanan untuk arus tapak 0.1 mA dan arus pengumpul 1 mA. Anggap nisbah perpindahan arus transistor adalah 0.99. (40/100)