

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1995/96

Oktober/November 1995

ZSE 446 - Ilmu Fizik Semikonduktor & Alat Rekaan

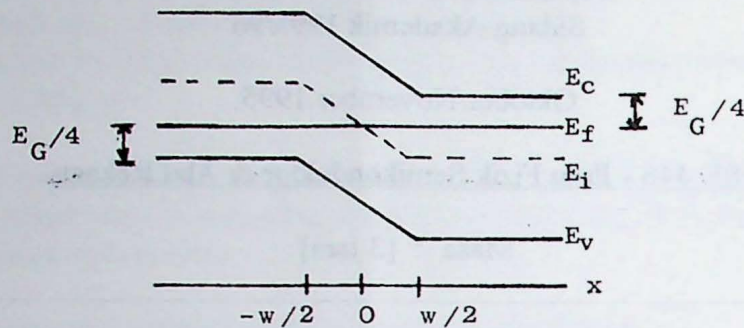
Masa : [3 jam]

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/cm<sup>3</sup> 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/cm<sup>3</sup>. 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 ( $n_0 p_0 = n_i^2$ ) 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,  $n_i = 1.18 \times 10^{10}$  /cm<sup>3</sup>,  $kT = 0.0259$  eV), tentukan kerintangan bagi bahagian  $x > w/2$  semikonduktor tersebut. Kelincahan elektron ialah 1350 cm<sup>2</sup>/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 elektrostatik  $V$  di dalam bahan semikonduktor sebagai fungsi  $x$ . (10/100)
- (e) Lakarkan medan elektrik  $\epsilon$  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-arahan 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)



(a) ...  
...  
...

(b) ...  
...  
...

(c) ...  
...  
...

(d) ...  
...  
...

(e) ...  
...  
...

(f) ...  
...  
...

(g) ...  
...  
...

(h) ...  
...  
...

(i) ...  
...  
...