

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1998/99

April 1999

ZAT 386/3 & ZAT 481/4 - Fizik Peranti Semikonduktor

Masa : [3 jam]

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

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

1. (a) Paras Fermi E_F adalah suatu kuantiti penting dalam analisis kelakuan semikonduktor. Dengan bantuan lakaran yang sesuai, tunjukkan bagaimana fungsi taburan Fermi yang mewakili kebarangkalian penghunian elektron pada paras-paras tenaga, dapat digambarkan pada jalur tenaga semikonduktor jenis-n dan jenis-p dengan meletakkan paras E_F sebagai rujukan.

(40/100)

- (b) Hasil darab kepekatan pembawa dalam semikonduktor dapat ditulis sebagai:

$$n_o p_o = n_i^2$$

Jelaskan makna dari simbol-simbol ini dan nyatakan syarat-syarat keadaan di mana ungkapan tersebut dapat digunakan.

(20/100)

- (c) Suatu sampel Si jenis-n mempunyai kepekatan pendopan 10^{17} cm^{-3} . Anggarkan kepekatan lubang dalam keseimbangan pada 300K. Di manakah kedudukan E_F relatif terhadap paras intrinsik?

$$(n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}, k = 8.617 \times 10^{-5} \text{ eV/K}, E_g = 1.1 \text{ eV})$$

(40/100)

...2/-

2. (a) Sentuhan logam-semikonduktor memainkan peranan penting dalam peranti semikonduktor. Sebutkan dua jenis sentuhan ini yang biasa berlaku dan nyatakan kepentingan sentuhan-sentuhan tersebut dalam pembentukan peranti semikonduktor. Lakarkan juga bentuk jalur tenaga bagi logam dan semikonduktor pada keseimbangan sebelum berlaku sentuhan dengan menunjukkan parameter-parameter ϕ_m dan ϕ_s yang penting untuk analisis peranti.

(30/100)

- (b) Bina gambarajah jalur tenaga bagi sentuhan logam-semikonduktor (jenis-p) di mana $\phi_m < \phi_s$. Tunjukkan bahawa sentuhan yang terhasil membentuk sawar Schottky dengan ketinggian sawar adalah:

$$\phi_B = E_g + \chi - \phi_m$$

di mana semua simbol membawa makna yang biasa.

(40/100)

- (c) Kapasitan bagi suatu simpang p-n diberi oleh ungkapan:

$$C_j = \frac{A}{2} \left[\frac{2q\epsilon}{(V_o - V)} \frac{N_d N_a}{N_d + N_a} \right]^{1/2}$$

Tunjukkan bagaimana sifat ini dapat digunakan untuk membina diod varaktor. Bagaimana kesensitifan varaktor bergantung kepada bentuk geometri simpang?

(30/100)

3. (a) Dengan membuat anggapan-anggapan tertentu dan menggunakan penghampiran kesusutan, tunjukkan bahawa lebar kawasan kesusutan W bagi simpang p-n pada keseimbangan diberi oleh:

$$W = \left[\frac{2\epsilon V_o}{q} \left(\frac{1}{N_a} + \frac{1}{N_d} \right) \right]^{1/2}$$

(50/100)

- (b) Tunjukkan bagaimana perubahan nilai W dari (a) apabila dikenakan pincang depan dan pincang songsang kepada simpang p-n. Lakarkan juga ciri arus-voltan simpang p-n yang terhasil apabila pincang tersebut dikenakan. Bagaimana komponen-komponen arus resapan, arus hanyut dan arus generasi memberikan sumbangan kepada ciri arus-voltan tersebut.

(30/100)

...3/-

- 3 -

- (c) Jumlah arus yang dicucuk dalam suatu simpang p⁺-n diberi oleh ungkapan:

$$i(t) = \frac{Q_p(t)}{\tau_p} + \frac{dQ_p(t)}{dt}$$

Nyatakan apakah makna dari komponen-komponen arus dalam ungkapan ini. Sekiranya suatu arus tetap tiba-tiba dipadamkan dari simpang, apakah yang terjadi kepada pembawa cas yang dicucuk? Apakah implikasi kepada voltan merentasi simpang sewaktu ini berlaku?

(20/100)

4. (a) Perihalkan konsep dan pembinaan suatu MESFET. Nyatakan bahan yang sesuai untuk pembinaan tersebut dan berikan sebab-sebabnya. Jelaskan juga secara ringkas bagaimana performans MESFET dapat ditingkatkan.

(50/100)

- (b) Dengan bantuan gambarajah yang sesuai, jelaskan secara ringkas mengenai struktur, operasi asas dan ciri I-V suatu MOSFET terusan-n jenis 'enhancement'.

(30/100)

- (c) Voltan ambang V_T suatu MOSFET dapat dinyatakan oleh ungkapan

$$V_T = \phi_{ms} - \frac{Q_i}{C_i} - \frac{Q_d}{C_i} + 2\phi_F$$

Jelaskan secara ringkas makna bagi setiap sebutan dalam ungkapan ini.

(20/100)

5. (a) Perihalkan bagaimana mekanisma pensuisan berlaku dalam suatu diod Shockley. Apakah peranan kecekapan cucukan pengeluar dan faktor angkutan tapak dalam proses pensuisan peranti ini. Apakah pula syarat bagi nisbah pindah arus α sewaktu pensuisan berlaku.

(50/100)

...4/-

- 4 -

- (b) Dengan mempertimbangkan suatu laser simpang homo, jelaskan prinsip operasi bagi laser simpang p-n. Nyatakan kriteria pemilihan bahan untuk pembinaan peranti ini dan bagaimanakah rongga resonan bagi pemanduan laser dapat diperolehi.
(30/100)
- (c) Arus ambang suatu laser simpang homo bergantung kepada suhu mengikut ungkapan:

$$J = J_0 e^{T/T_0}$$

di mana T adalah suhu dan T_0 pekali suhu ambang. Bagaimanakah rumusan ini mempengaruhi performans laser dan apakah langkah-langkah yang boleh dilakukan untuk memperolehi performans yang optimum. Nyatakan apakah struktur laser yang lebih baik bagi memperbaiki kecekapan dan performans laser.

(20/100)

- oooOooo -