

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1998/99

Ogos/September 1998

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

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 dalam Bahasa Malaysia.

[$k = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$, $q = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $n_i(\text{Si}) = 1.0 \times 10^{10} \text{ eV/K}$]

1. (a) Dengan merujuk kepada sentuhan semikonduktor-logam, bina gambarajah jalur tenaga pada keseimbangan bagi $\phi_m < \phi_s$. Tunjukkan bahawa sentuhan jenis ini yang unggul adalah sentuhan pengubah. Tunjukkan juga bahawa rumusan bagi tinggi sawar sentuhan ini dapat dinyatakan oleh:

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

di mana semua simbol membawa makna yang biasa.

(50/100)

- (b) Suatu diod Schottky unggul terbentuk dengan memendapkan kuprum ke atas suatu substrat silikon jenis-n dengan kepekatan pendopan 10^{18} cm^{-3} . Jika $\phi_m = 4.65 \text{ eV}$, $\chi = 4.03 \text{ eV}$ dan $T = 300 \text{ K}$, tentukan:

(i) tinggi sawar Schottky

(ii) keupayaan sentuh

($E_g = 1.12 \text{ eV}$)

(50/100)

...2-

2. (a) Dengan tindakan pincang yang dikenakan, arus bersih mengalir merentasi simpang p-n. Jelaskan anggapan-anggapan yang dibuat untuk merumuskan arus resapan pincang depan yang diberi oleh:

$$I = I_0 \exp(qV/kT),$$

di mana I_0 adalah arus resapan pada keseimbangan dan simbol-simbol lain membawa makna yang biasa. Lakarkan gambarajah skematik bersesuaian bagi profail jalur tenaga dalam penjelasan ini.

(50/100)

- (b) Suatu diod silikon direkabentuk supaya arus tepu pada suhu bilik adalah 5×10^{-17} A bagi penggunaan tertentu. Sekiranya kepekatan pendopan adalah $N_a = 2.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $N_d = 4.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, tentukan arus diod dan kepekatan pembawa minoriti pada tepi kawasan kesusutan bagi pincang depan 720 mV.

(50/100)

3. (a) Perihalkan prinsip asas dan operasi bagi

- (i) Diod Zener
(ii) Diod Varaktor

(40/100)

- (b) Ciri-ciri arus-voltan bagi simpang p-n adalah ditentukan oleh kelakuan pembawa minoriti dan kehadiran sawar keupayaan dan kawasan kesusutan pada simpang. Bincangkan bagaimana ciri-ciri ini dapat digunakan bagi operasi sel suria dan pengesan foto.

(30/100)

- (c) Bermula dari hubungan arus-voltan yang biasa bagi diod p-n, terbitkan formula untuk menunjukkan pergantungan voltan litar-terbuka sel suria sebagai fungsi kadar generasi optik dan terma.

(30/100)

4. (a) Bagi suatu MOS kapasitor jenis-p yang unggul, perihalkan status dalaman bagi struktur peranti di bawah berbagai keadaan pincang statik. Gunakan gambarajah jalur tenaga bersesuaian dan gambarajah cas blok untuk menjelaskan penerangan tersebut.

(50/100)

...3/-

- (b) Suatu kapasitor MOS Al-SiO₂-Si dibentuk pada wafer silikon ($N_a = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) dengan ketebalan SiO₂ adalah 0.1 μm . Jika $V_{FB} = -1.83 \text{ V}$, tentukan lebar kawasan kesusutan maksimum, voltan ambang dan kapasitan minimum bagi peranti pada $T = 300 \text{ K}$.

$$(\epsilon_{\text{SiO}_2} = 3.9, \epsilon_{\text{Si}} = 11.8, \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm})$$

(50/100)

5. (a) Perihalkan secara ringkas mekanisma pensuisan bagi rektifier terkawal semikonduktor dan nyatakan kelebihan dan kekurangan peranti ini berbanding dengan transistor simpang dwikutub bagi operasi pensuisan.

(50/100)

- (b) Dengan memeriksa suatu diod Shockley, tunjukkan bahawa aliran arus melalui peranti dapat dinyatakan oleh:

$$i = \frac{I_{\text{CO}_1} + I_{\text{CO}_2}}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

di mana $I_{\text{CO}_1}, I_{\text{CO}_2}$ adalah arus tepu pengumpul dan α_1, α_2 adalah nisbah arus pindah pengeluar-ke-pengumpul bagi transistor. Bincangkan implikasi bagi perubahan nilai α terhadap arus diod.

(50/100)