

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1997/98

September 1997

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 di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Suatu bahan semikonduktor didopkan dengan atom-atom penerima dan penderma. Jelaskan bagaimana konsep pampasan berlaku bagi semikonduktor ini. Jika bahan ini adalah neutral secara elektrostatik dan kesemua atom-atom pendopan terion, nyatakan ungkapan mudah kepekatan elektron bagi semikonduktor jenis-n bahan ini.

(40/100)

- (b) Dengan mempertimbangkan proses gabungan langsung pembawa dalam semikonduktor jenis-n, tunjukkan dengan langkah-langkah yang jelas bahawa kepekatan lebihan pembawa minoriti setelah berlaku cucukan dapat dinyatakan sebagai:

$$\delta p(t) = \Delta p e^{-t/\tau_p}$$

di mana  $\Delta p$  kepekatan lebihan awal dan  $\tau_p$  masa hidup pembawa. Nyatakan juga apakah perkara-perkara yang perlu dipertimbangkan sekiranya  $\tau_p$  ingin ditentukan bagi proses gabungan tak langsung.

(60/100)

.../2-

- 2 -

2. (a) Berpandukan kepada rajah jalur tenaga yang bersesuaian, tunjukkan bagaimana keupayaan sentuh  $V_0$  terbina pada simpang p-n. Seterusnya dapatkan perhubungan kuantitatif bagi  $V_0$  dengan kepekatan pendopan bagi kedua-dua belah simpang.

(50/100)

- (b) Suatu simpang p-n yang dipincang songsang mempunyai lebar kawasan kesusutan diberi oleh:

$$W = \left[ \frac{2\epsilon(V_0 - V)}{q} \left( \frac{N_a + N_d}{N_a N_d} \right) \right]^{1/2}$$

(Simbol-simbol membawa makna yang biasa.)

Terbitkan kapasitan simpang yang terbina sekiranya simpang tersebut mempunyai pendopan yang tinggi di kawasan p. Apakah anggapan yang dibuat dalam menerbitkan kapasitan ini.

(50/100)

3. (a) Perihalkan prinsip dan operasi asas bagi:

- (i) Diod terowong  
(ii) Fotodiod.

(50/100)

- (b) Berikan penjelasan ringkas mengenai pemilihan bahan dan operasi asas bagi suatu LED. Dengan mempertimbangkan suatu LED yang dibuat dari GaP, bincangkan bagaimana faktor bahantara dan bentuk dom yang membungkus LED mempengaruhi kuatnya cahaya yang dikeluarkan.

(50/100)

.../3-

4. (a) Dengan merujuk kepada struktur JFET terusan-n, jelaskan bagaimana pincang get dapat mengawal ciri I-V peranti dan seterusnya tunjukkan bahawa voltan pinch-off peranti diberi oleh:

$$V_p = \frac{q a^2 N_d}{2\epsilon}$$

(Simbol-simbol membawa makna yang biasa.)

(50/100)

- (b) Suatu struktur kapasitor MOS dengan substrat dari jenis-p Si mempunyai  $N_a = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  dan tebal lapisan  $\text{SiO}_2$  adalah  $1000 \text{ \AA}$ . Tentukan lebar kawasan kesusutan maksimum, voltan ambang dan kapasitan minimum bagi peranti ini pada suhu  $T = 300 \text{ K}$ .

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

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, k = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}, n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}]$$

(50/100)

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

(50/100)

- (b) Dengan memeriksa suatu struktur diod p-n-p-n, tunjukkan dengan jelas bahawa arus yang mengalir melalui peranti dapat dinyatakan oleh:

$$i = \frac{I_{CO1} + I_{CO2}}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

di mana simbol dan subskrip membawa makna yang biasa.

Bincangkan implikasi perubahan nilai  $\alpha$  terhadap arus diod ini.

(50/100)