
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2003/2004

April 2004

ZAT 386/3 - 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.

[$k=8.62 \times 10^{-5}$ eV/K, $q=1.602 \times 10^{-19}$ C, $n_i(\text{Si})=1 \times 10^{10}$ cm⁻³, $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-14}$ F/cm]

1. (a) Lakarkan fungsi taburan Fermi pada jalur tenaga semikonduktor jenis-n dan jenis-p dengan menunjukkan paras E_F sebagai rujukan. (30/100)
- (b) Jelaskan maksud ungkapan berikut dan nyatakan syarat-syarat keadaan di mana ungkapan ini dapat digunakan bagi suatu semikonduktor:

$$n_0 p_0 = n_i^2$$
 (20/100)
- (c) Suatu sampel Si jenis-n mempunyai kepekatan pendopan 10^{17} cm⁻³. Anggarkan kepekatan lubang dalam keseimbangan pada 300K. Seterusnya, tentukan kedudukan E_F relatif terhadap paras intrinsik. ($E_g = 1.1$ eV) (50/100)
2. (a) Dengan bantuan gambarajah jalur tenaga yang bersesuaian, tunjukkan bagaimana keupayaan sentuh V_o terbina pada simpang p-n. Seterusnya dapatkan perhubungan V_o terhadap kepekatan pendopan p, n tersebut. (50/100)
- (b) Suatu diod silikon direkabentuk supaya arus tepu pada suhu bilik adalah 5×10^{-17} A. Sekiranya kepekatan pendopan adalah $N_a = 2.5 \times 10^{17}$ cm⁻³ dan $N_d = 4.0 \times 10^{16}$ cm⁻³, tentukan arus diod dan kepekatan pembawa minoriti lubang pada tepi kawasan kesusutan bagi pincang depan 720 mV. (50/100)
3. (a) Perihalkan prinsip dan operasi asas bagi :
 - (i) Diod terowong
 - (ii) Fotodiod
 (50/100)
- (b) Tunjukkan bagaimana pembinaan diod varaktor diasaskan dari kapasitan simpang p-n. Seterusnya, perihalkan bagaimana kesensitifan varaktor bergantung kepada bentuk taburan pendopan pada simpang tersebut. (50/100)

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:

$$V_p = \frac{qa^2 N_d}{2\epsilon}, \text{ di mana } q \text{ ialah cas, } a \text{ lebar separuh terusan,}$$

N_d kepekatan penderma dan ϵ ketelusan bahan.

(50/100)

- (b) Suatu struktur kapasitor MOS dengan substrat dari Si jenis-p mempunyai $N_a = 10^{15} \text{ m}^{-3}$ dan tebal lapisan SiO_2 adalah 1000 \AA . Tentukan lebar kawasan kesusutan maksimum, voltan ambang dan kapasitan minimum bagi peranti ini pada suhu $T = 300 \text{ K}$.

($\epsilon_{\text{SiO}_2} = 3.9$, $\epsilon_{\text{Si}} = 11.9$)

(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) Ketumpatan arus ambang suatu laser semikonduktor simpang homo dapat dinyatakan oleh ungkapan:

$$J = J_0 \exp(T/T_0), \text{ di mana } T \text{ adalah suhu dan } T_0 \text{ pekali}$$

suhu ambang.

Perihalkan prinsip operasi laser tersebut dan tunjukkan bagaimana ungkapan tersebut dapat menjelaskan sebahagian dari faktor yang mempengaruhi performans laser. Nyatakan bagaimana kecekapan dan performans laser tersebut dapat ditingkatkan.

(50/100)