

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1986/87

ZSE 446/4 - Ilmu Fizik Semikonduktor dan Alat Rekaan

Tarikh: 12 April 1987

Masa: 9.00 pagi - 12.00 t/hari
(3 jam)

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

1. (a) Pertimbangkan sebuah hablur Si. Ketumpatan bagi elektron konduksi intrinsik dan lubang intrinsik dapat diungkapkan seperti berikut:

$$n = 2 \left(\frac{2m_n^* \pi kT}{h^2} \right)^{3/2} e^{-(E_c - E_o)/kT}$$

dan

$$p = 2 \left(\frac{2m_p^* \pi kT}{h^2} \right)^{3/2} e^{-(E_o - E_v)/kT}$$

Tunjukkan bahawa jika $m_n^* = m_p^*$, kekonduksian bagi semikonduktor intrinsik ini diberi dengan

$$\sigma = 2 \left(\frac{2m_n^* \pi kT}{h^2} \right)^{3/2} e^{-E_g/kT}$$

di sini $E_g = E_c - E_v$.

(40/100)

- (b) Tunjukkan bahawa jika hablur Si tersebut di atas itu berjenis n dengan ketumpatan penderma n_d , lokasi paras Fermi pada suhu rendah diberi dengan

$$E_o = \frac{1}{2}(E_v + E_c) + \frac{kT}{2} \log \left(\frac{n_d}{2(2m_e^* kT/h^2)^{3/2}} \right)$$

di sini $E_i =$ paras penderma dan biasanya
 $E_c - E_i \approx 0.05$ eV.

(30/100)

- (c) Andaikan $E_d = E_c - E_i$. Tunjukkan bahawa kekonduksian ekstrinsik pada suhu rendah bagi hablur jenis-n tersebut di atas itu berkadar secara eksponen terhadap E_d/kT seperti berikut:

$$\sigma \propto e^{-E_d/kT}$$

(30/100)

2. (a) Berikan syarat-syarat bagi sentuh ohm terbentuk di antara permukaan logam dan semikonduktor jenis-n.

(20/100)

- (b) Terangkan (i) lapisan songsangan dan (ii) lapisan tumpukan tentang lapisan-lapisan cas-ruang di permukaan hablur semikonduktor jenis-n. Lakarkan tatarajah bagi paras tenaga tentang kedua-dua lapisan tersebut.

(30/100)

- (c) Pertimbangkan fungsi kerja bagi suatu logam $\phi_M = 4$ eV dan bagi suatu semikonduktor jenis-n $\phi_S = 3$ eV. Jika ketumpatan bagi penderma $n_d = 10^{22}$ penderma per M^3 dan pemalar dielektrik $K_e = 12$ bagi semikonduktor ini.

- (i) Tuliskan persamaan Gauss (Hukum) bagi permukaan sentuh di antara logam dan semikonduktor jenis-n ini.

(10/100)

- (ii) Dapatkan kelebaran daerah susutan di permukaan ini.

(20/100)

- (iii) Dapatkan kapasitans (tanpa voltan gunaan) di permukaan ini.

(20/100)

3. (a) Apakah diod terowong? Terangkan ciri-ciri bahan yang digunakan untuk menghasilkan peranti ini dan syarat-syarat penerowongan berlaku.

(40/100)

...3/-

(b) Berikan rajah-rajah jalur bagi diod terowong pada (i) pincang songsang dan (ii) pincang depan. Sebutkan ciri I-V yang sepadan dengan kedua-dua keadaan pincang voltan (berikan plot-plot I-V sepadan). Bagaimanakah rintangan negatif berlaku? (45/100)

(c) Bincangkan tiga penggunaan diod terowong di dalam litar elektronik. (15/100)

4. (a) Pertimbangkan suatu simpang PN jelas di bawah pincang voltan luar v . Andaikan cas ruang di dalam kawasan kesusutan yang bermula dari $-x_{po}$ ke x_{no} diterbitkan daripada ionisasi penuh bendasing-bendasing ($N_d^+ = N_d$, dan $N_a^- = N_a$).

(i) Tuliskan persamaan Poisson bagi simpang ini dan dapatkan medan maksimum ϵ_0 . (20/100)

(ii) Tunjukkan bahawa kelebaran kawasan peralihan diberi dengan ($W = x_{no} + x_{po}$)

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

V = keupayaan sentuh keseimbangan (20/100)

(iii) Tunjukkan bahawa cas tak menampas Q di sebelah simpang itu diberi dengan

$$\begin{aligned} |Q| &= qA \frac{N_a N_d}{N_d + N_a} W \\ &= A \left(2q\epsilon(V_0 - v) \frac{N_a N_d}{N_a + N_d} \right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (10/100)$$

(iv) Tunjukkan bahawa kapasitans simpang

$$C_j = \epsilon A \left(\frac{q}{\partial\epsilon(V_0 - v)} \frac{N_a N_d}{N_a + N_d} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (10/100)$$

- (v) Berikan sebab-sebab tentang kenapa C_j lebih penting daripada kapasitans penyimpan cas apabila simpang berpincang songsang.
(20/100)
- (b) Apakah kapasitans penyimpan cas bagi simpang PN? Cadangkan satu kaedah untuk mengurangkan nilai kapasitans ini.
(20/100)
5. (a) Apakah peranti FET/MOSFET?
(20/100)
- (b) Bincangkan perbezaan-perbezaan di antara peranti FET saluran membaaur dan peranti FET saluran teraruh.
(30/100)
- (c) Apakah peranti transistor ekasimpang/UJT? Terangkan prinsip operasinya. Lakarkan litar pincang dan plot ciri I-V dan litar setara di dalam keterangan tersebut.
(50/100)

- ooo00ooo -