

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang 1987/88

ZSE 446/4 - Ilmu Fizik Semikonduktor dan Alat Rekaan

Tarikh: 26 Oktober 1987

Masa: 2.15 ptg. - 5.15 ptg.  
(3 jam)

Jawab SEMUA LIMA soalan.

Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Takrifkan ketumpatan keadaan bagi gas elektron bebas di dalam sebuah semikonduktor. Terbitkan perhubungan ketumpatan keadaan itu.  
(30/100)
- (b) Takrifkan ketumpatan keadaan-keadaan terisi pada suhu tertentu bagi suatu semikonduktor.  
(20/100)
- (c) Jika  $E_o \ll E_c$ , dan  $e^{(E_c - E_o)/kT} \gg 1$ , tunjukkan ketumpatan elektron bagi suatu semikonduktor dapat diungkapkan sebagai
- $$n = 2 \left( \frac{2\pi m^* kT}{h^2} \right)^{3/2} e^{-(E_c - E_o)/kT}$$
- (50/100)
2. (a) Apakah sentuh (elektrik) rektifier dan sentuh (elektrik) ohm di permukaan antara logam dan suatu semikonduktor jenis-p?  
(10/100)
- (b) Bincangkan syarat-syarat sentuh-sentuh tersebut di dalam bahagian (a) dapat dihasilkan. Lakarkan gambarajah-gambarajah paras tenaga bagi kedua-dua jenis sentuh.  
(40/100)

- (c) Tanpa keadaan-keadaan permukaan sentuh elektrik di permukaan antara suatu logam dan suatu semikonduktor jenis-p merupakan sentuh elektrik rektifier.
- (i) Jika keadaan-keadaan permukaan positif diwujudkan di permukaan antara logam dan semikonduktor jenis-n tersebut, semasa sentuh elektrod ini dibentuk, adakah sentuh elektrik ini masih berrektifi? Jelaskan.
- (ii) Jika keadaan permukaan negatif diwujudkan di permukaan antara tersebut, apakah sifat sentuh elektrik baru ini? Terangkan.

(50/100)

3. (a) (Ga,In)As merupakan suatu sistem isomorfus. Jurang tenaga terlarang bagi InAs dan GaAs bernilai 0.33 eV dan 1.34 eV masing-masing. Apakah nisbah Ga/In yang dapat menghasilkan suatu sistem isomorfus yang mempunyai jurang tenaga terlarang 0.6 eV dan 0.8 eV? Berikan anggaran nisbah-nisbah dan anggapan-anggapan untuk menerbitkan anggaran tersebut.

(50/100)

- (b) Pertimbangkan suatu simpangan PN bertangga. Tulis persamaan arus bersih bagi lubang melintasi simpang ini ((i) tanpa dan (ii) dengan medan gunaan).

(10/100)

- (c) Daripada bahagian (b), buktikan keupayaan sentuh melintang simpang PN diungkapkan sebagai

$$V_o = \frac{kT}{q} \ln \frac{P_p}{P_n} .$$

(40/100)

4. (a) Apakah kesan/keruntuhan Zener bagi simpang PN? Jelaskan kesan ini dengan suatu lakaran gambarajah/tatarajah jalur tenaga sebelum dan selepas kesan itu berlaku. Lakarkan ciri I-V nya.

(40/100)

- (b) Apakah diod varaktor? Terangkan mekanisme yang menghasilkan ciri-ciri diod ini.

(20/100)

...3/-

- (c) Kapasitans simpang bagi sebuah diod dapat diungkapkan sebagai

$$C_j = kV_r^{-n}$$

(di sini  $V_r$  = voltan pincang songsang  
 $k$  = pemalar).

Diod ini digunakan sebagai kapasitor di dalam suatu litar resonans (tertala) LC. Cirikan nilai  $n$  bagi kes frekuensi resonans berubah secara linear dengan voltan gunaan.

(40/100)

5. (a) Suatu diod terowong mempunyai paras tertangkap  $E_t$  yang bertempat 0.3 eV di atas jalur valens. Andaikan  $E_g = 1$  eV, dan  $E_{on} - E_c$  di sebelah  $n$  sama dengan  $E_v - E_{op}$  di sebelah  $p$  sama dengan 0.1 eV.

- (i) Hitungkan pincang voltan depan minimum apabila penerowong berlaku melalui  $E_t$ .

(20/100)

- (ii) Hitungkan pincang voltan maksimum bagi penerowong melalui  $E_t$ .

(20/100)

- (iii) Lakarkan lengkung I-V bagi diod terowong ini. Andaikan arus penerowong maksimum melalui  $E_t$  merupakan sekurang-kurangnya 1/3 arus puncak penerowong jalur ke jalur.

(20/100)

- (b) Terangkan struktur dan operasi asas tentang peranti MOSFET. Berikan sebab-sebab kenapa MOSFET menjadikan elemen utama di dalam peranti litar terkamil (IC).

(40/100)