

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2003/2004

September - Oktober 2003

**ZAT 386/4 - 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.

1. (a) Terangkan tiga mekanisma angkutan pembawa-pembawa cas di dalam bahan semikonduktor. (30/100)
- (b) Pemalar kekisi silikon pada suhu bilik adalah  $5.43\text{\AA}$ . Berapakah ketumpatan silikon pada suhu bilik. (30/100)
- (c) Satu jongkong silikon didopkan dengan  $10^{16}$  atom arsenik/cm<sup>3</sup>. Tentukan kepekatan pembawa dan paras Fermi pada suhu bilik. (40/100)
2. (a) Bagaimanakah fenomena pendarkilau boleh terjadi? (30/100)
- (b) Dimanakah paras Fermi,  $E_F$ , relatif kepada jalur konduksi bagi satu sampel silikon terdop dengan  $10^{16}$  atom As/cm<sup>3</sup>. Tentukan kepekatan pembawa minoriti pada 300K? (40/100)

- (c) Satu sampel silikon pada suhu bilik terdop  $5 \times 10^{14}$  atom boron/cm<sup>3</sup>. Pembawa minoriti telah disuntikkan ke dalam sampel oleh sumber tenaga luar pada kadar  $10^{15}$  pembawa/(cm<sup>3</sup>.s) sehingga mencapai keadaan keseimbangan. Jika masahayat pembawa minoriti adalah 10  $\mu$ s, adakah suntikan tersebut paras rendah atau paras tinggi?  
(30/100)
3. (a) Terangkan bagaimana rantau kesusutan digunakan untuk mengawal peranti semikonduktor. Berikan dua contoh yang bersesuaian.  
(30/100)
- (b) Satu sentuhan di antara tungsten dan silikon jenis-n yang kepekatan pendopnya adalah  $10^{16}$  cm<sup>-3</sup> telah dibuat pada suhu bilik. Berapakah lebar rantau kesusutan yang terbentuk? Anggap ketinggian sawar tungsten atas silikon adalah 0.66 V dan ketumpatan keadaan berkesan jalur konduksi adalah  $2.8 \times 10^{19}$  cm<sup>-3</sup>.  
(30/100)
- (c) Satu simpangan pn silikon telah di pincang songsang 0.5 V, kira lebar rantau kesusutan bagi ketumpatan penerima  $10^{19}$  cm<sup>-3</sup> dan ketumpatan penderma  $10^{16}$  cm<sup>-3</sup> pada suhu bilik.  
(40/100)
4. (a) Apakah yang dimaksudkan sebagai kesan penyesakan emiter dalam transistor dwikutub?  
(20/100)
- (b) Bahan silikon jenis p yang mempunyai kepekatan  $10^{16}$  cm<sup>-3</sup> digunakan sebagai bahan emiter bagi transistor dwikutub. Jika bahan silikon jenis n yang mempunyai kepekatan  $4 \times 10^{18}$  cm<sup>-3</sup> digunakan sebagai rantau tapak berapakah ketebalan minimum yang diperlukan bagi memastikan kesan transistor masih boleh berlaku untuk pincangan 0.5 V di emiter-tapak?  
(35/100)
- (c) Berapakah arus di jepitan penggal (pinch-off) pada voltan get kosong bagi transistor kesan medan simpangan (JFET) silikon saluran n dengan lebar saluran 2  $\mu$ m, panjang saluran 20  $\mu$ m, ketebalan 100  $\mu$ m, ketumpatan penderma  $10^{16}$  cm<sup>-3</sup>, ketumpatan penerima  $10^{19}$  cm<sup>-3</sup>, dan kelincahan elektron 1350 cm<sup>2</sup>/V-s.  
(45/100)

5. (a) Bagaimanakah suis diod pnpn berfungsi? (30/100)
- (b) Bagi satu sampel silikon jenis p pada suhu 500 K telah berlaku penumpukan kepekatan pembawa minoriti pada julat  $x = 0$  ke  $x = 1$  cm. Taburan kepekatan pembawa minoriti tersebut diberikan oleh:

$$n(x) = 10^7(1-x) + 1.33 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$$

$x$  berunit centimeter. Berapakah ketumpatan arus resapan minoriti pada  $x = 0.5$  cm? [ $\mu_n = 90 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$ ].

(30/100)

- (c) Berapakah voltan ambang bagi satu kapasitor MOS (semikonduktor oksida logam) unggul di atas Si jenis p dengan kepekatan penerima  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  dan lapisan silikon dioksida berketebalan 1000 Å? Diberi pemalar dielektrik relatif silikon 11.8 dan pemalar dielektrik relatif silikon dioksida 3.9.

(40/100)