

Mac/ April 1992

ZSE 446/4 - Ilmu Fizik Semikonduktor dan Alat Rekaan

Masa : (3 jam)

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab KESEMUA LIMA soalan.

Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Pemalar

Pekali resapan fosforus dalam silikon = 0.35

Ketumpatan silikon = 2.33 g/cm^3

Berat atom fosforus = 31 g/mol

Nombor Avogadro = 6.02×10^{23} atom/mol

Kepekatan pembawa silikon intrinsik (suhu bilik)

$$= 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$$

Kelincahan elektron (silikon) = $1350 \text{ cm}^2/\text{V-S}$

Pemalar Boltzmann = $8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$

Cas elektron = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Ketelusan ruang bebas = $8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$

Pemalar dielektrik relatif (silikon) = 11.8

Pemalar dielektrik relatif (SiO_2) = 3.9

1. (a) Terangkan cara menyediakan jongkong GaAs dengan menggunakan kaedah Czochralski.

(20/100)

- (b) Satu hablur silikon akan ditumbuhkan dengan kaedah Czochralski supaya jongkong silikon tersebut mengandungi 10^{16} atom fosforus/ cm^3 . Jika berat asal silikon dalam 'crucible' adalah 5 kg, berapa gram fosforus perlu ditambah?

(30/100)

...2/-

- (c) Semikonduktor silikon telah terdop dengan 10^{17} atom Boron/cm³ dan 9×10^{16} atom Arsenik/cm³ pada suhu bilik.
- (i) Apakah kepekatan pembawa majoriti dan minoriti?
 - (ii) Di manakah kedudukan paras Fermi daripada jalur konduksi?
 - (iii) Adakah semikonduktor ini jenis n, p atau intrinsik?

(50/100)

2. (a) Terangkan secara ringkas konsep-konsep berikut:

- (i) paras diskrit elektron kurungan kuantum mekanik
- (ii) paras Fermi
- (iii) Kesan Hall

(30/100)

- (b) Kepekatan elektron lebih keadaan mantap adalah $2 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ untuk 10^{13} PEL/cm^3 yang tercipta secara optik setiap mikrosaat dalam sampel silikon. Apakah jarak resapan elektron?

(20/100)

- (c) Aluminium teraloi kedalam sampel silikon jenis n ($N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$), membentuk simpangan mengejut yang mempunyai keratan rentas bulat berdiameter 5.08 cm. Anggap kepekatan penerima dalam rantau tumbuh semula teraloi adalah $N_a = 4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Kira jumlah cas negatif di rantau kesusutan pada keseimbangan (300 K).

(50/100)

3. (a) Terangkan empat sisihan kepada teori diod mudah.

(20/100)

- (b) Terangkan berserta rajah tenaga, simpangan logam semikonduktor yang membentuk sentuhan ohmik.

(30/100)

...3/-

- (c) Satu simpangan pn silikon terkejut dicirikan oleh $N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $N_a = 2.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ dan keratan rentas simpangan 1 mm^2 , dipincang songsang pada 1 V . Tentukan kapasitans simpangan pada 300 K .

(50/100)

4. (a) Terangkan bagaimana transistor kelincahan elektron tinggi berfungsi (HEMT).

(30/100)

- (b) Satu TKMS saluran-N pada suhu 300 K mempunyai ketebalan 1 mm , geometri saluran separuh lebar $1 \text{ }\mu\text{m}$, panjang $25 \text{ }\mu\text{m}$ dan terdop $N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ untuk saluran dan $N_a = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ untuk rantau p^+ . Jumlah kepekatan bendasing dalam saluran adalah 10^{16} cm^{-3} juga. Kira keupayaan sentuhan dan voltan jepitan penggal.

(20/100)

- (c) Struktur silikon SOL pada suhu 300 K terciiri oleh $N_a = 4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ dan ketebalan oksida $0.1 \text{ }\mu\text{m}$. Anggap $\phi_m = \phi_s$. Jika keupayaan pada logam adalah $+1 \text{ V}$ jika dibandingkan dengan pada semikonduktor, apakah voltan ambang?

(50/100)

5. (a) Terangkan prinsip operasi laser semikonduktor. Apakah kelebihan laser heterosimpangan jika dibandingkan dengan laser homosimpangan?

(30/100)

- (b) Berikan dua masalah dalam struktur asal peranti gandingan cas yang dicadangkan oleh Boyle dan Smith daripada Makmal Bell dan terangkan cara-cara untuk mengatasinya.

(20/100)

...4/-

- (c) Anggap bahawa transistor p-n-p terdop supaya pendopan pengeluar adalah sepuluh kali pada tapak, kelincahan pembawa minoriti dalam pengeluar adalah setengah pada tapak dan luas tapak adalah satu persepuluh jarak resapan pembawa minoriti. Masa hayat pembawa adalah sama. Kira α dan β untuk transistor ini.

(50/100)

- oooOooo -