

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1993/94

Oktober/November 1993

ZSE 446/4 - Ilmu Fizik 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 di dalam Bahasa Malaysia.

Pemalar

| | |
|---|--|
| Ketelusan ruang bebas | = 8.85×10^{-14} F/cm |
| Pemalar dielektrik relatif SiO ₂ | = 3.9 |
| Pemalar dielektrik relatif Si | = 11.8 |
| Pemalar dielektrik relatif Ge | = 16 |
| Cas elektronik | = 1.6×10^{-19} C |
| Pemalar Boltzmann | = 8.62×10^{-5} eV/K |
| Jurang Jalur Tenaga Silikon | = 1.1 eV |
| Pekali pengasingan keseimbangan boron dalam silikon | = 0.8 |
| Nombor Avogadro | = 6.02×10^{23} molekul/mol |
| Berat atom boron | = 10.8 g/mol |
| Ketumpatan silikon lebur | = 2.53 g/cm^3 |
| Kepekatan pembawa intrinsik silikon pada suhu bilik | = $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ |
| Kepekatan pembawa intrinsik germanium pada suhu bilik | = $2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ |
| Fungsi kerja silikon | = 5.2 eV |
| Fungsi kerja aluminium | = 4.3 eV |

1. (a) Bahan semikonduktor biasanya membentuk kepada tiga struktur hablur asas. Terangkan dua daripadanya dan lukiskan permukaan (100).

(20/100)

1. (b) Silikon polihablur gred elektronik seberat 60 kg dimasukkan dalam mangkuk pijar bersama-sama dengan 5.3 mg boron. Berapakah kepekatan keseimbangan boron di dalam jongkong?
(50/100)
- (c) Tunjukkan bahawa hasildarab kepekatan lohong keseimbangan dan kepekatan elektron keseimbangan adalah kepekatan pembawa intrinsik kuasa dua ($n_o p_o = n_i^2$) di dalam keseimbangan terma.
(30/100)
2. (a) Penghampiran suntikan paras rendah selalu digunakan untuk menilai keberkesanan peranti semikonduktor. Terangkan apa yang dimaksudkan sebagai suntikan paras rendah. Apakah pula suntikan paras tinggi?
(20/100)
- (b) Bahan silikon telah terdop dengan 10^{13} cm^{-3} indium pada 300 K. Di manakah kedudukan paras Fermi merujuk kepada paras Fermi intrinsik? Apakah akan berlaku jika pendopan yang sama dilakukan ke atas bahan germanium?
(30/100)
- (c) Satu simpangan p^+ -n silikon telah dipincang song-sang pada -5 V. Nilai kapasitansnya adalah $4.06 \times 10^{-4} \text{ pF}$. Jika diameter keratan rentas simpangan adalah $2.0 \text{ } \mu\text{m}$, berapakah
(i) luas rantau kesusutan?
(ii) jumlah cas positif?
(50/100)
3. (a) Terangkan perbezaan di antara runtuh Zener dan runtuh runtunan.
(20/100)
- (b) Luas keratan rentas satu simpangan p^+ -n silikon adalah 10^{-3} cm^2 . Simpangan ini telah dipincang depan 0.5 V, pada suhu bilik dan didapati 0.56 μA arus mengalir. Jika masa hayat lohong adalah 1 μs dan pekali resapan lohong adalah $10 \text{ cm}^2/\text{s}$, berapakah kepekatan pendopan penderma?
(40/100)

3. (c) Satu sampel silikon yang terdedah kepada cahaya mempunyai kepekatan elektron keseimbangan 10^{15} cm^{-3} . Masa hayat elektron dan lohong adalah $1 \mu\text{s}$. Jika paras Fermi kuasi elektron berada 0.5 eV di atas paras Fermi intrinsik, di manakah kedudukan paras Fermi kuasi lohong merujuk kepada paras Fermi intrinsik?
(40/100)
4. (a) Terangkan bagaimana arus tapak mengawal arus pengumpul.
(20/100)
- (b) Panjang rantau kesusutan bagi simpangan pengeluar-tapak adalah $0.33 \mu\text{m}$ untuk satu transistor p^+n-p silikon. Kepekatan bendasing di pengeluar adalah $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Berapakah voltan sentuhan di simpangan pengumpul-tapak, jika voltan sentuhan di simpangan pengeluar-tapak adalah 0.86 V dan kepekatan bendasing di pengumpul adalah 10^{15} cm^{-3} ?
(40/100)
- (c) Satu transistor pnp mempunyai kelincahan lohong di tapak $450 \text{ cm}^2/\text{V-s}$ dan luas rantau neutral di tapak $1 \mu\text{m}$ pada suhu bilik. Arus pengumpul adalah 0.12 A dan arus tapak adalah 0.5 nA . Berapakah masa hayat lohong di tapak?
(40/100)
5. (a) Apakah kesan memincang substrat transistor kesan medan logam oksida semikonduktor?
(20/100)
- (b) Satu transistor SOL saluran n berget aluminium difabrikasikan di atas substrat silikon dengan kepekatan penerima $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Cas berkesan antara muka adalah $4 \times 10^{10} \text{ q C/cm}^2$ dan ketebalan silikon dioksida adalah 600 \AA . Berapakah voltan ambangnya?
(50/100)
- (c) Bagi transistor yang sama seperti soalan 5(b), berapakah nilai voltan ambang jika substratnya dipincangkan -0.1 V ?
(30/100)