
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2003/2004

Februari/Mac 2004

ZKT 222/3 - Bahan Elektronik dan Fotonik I

Masa : 3 jam

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

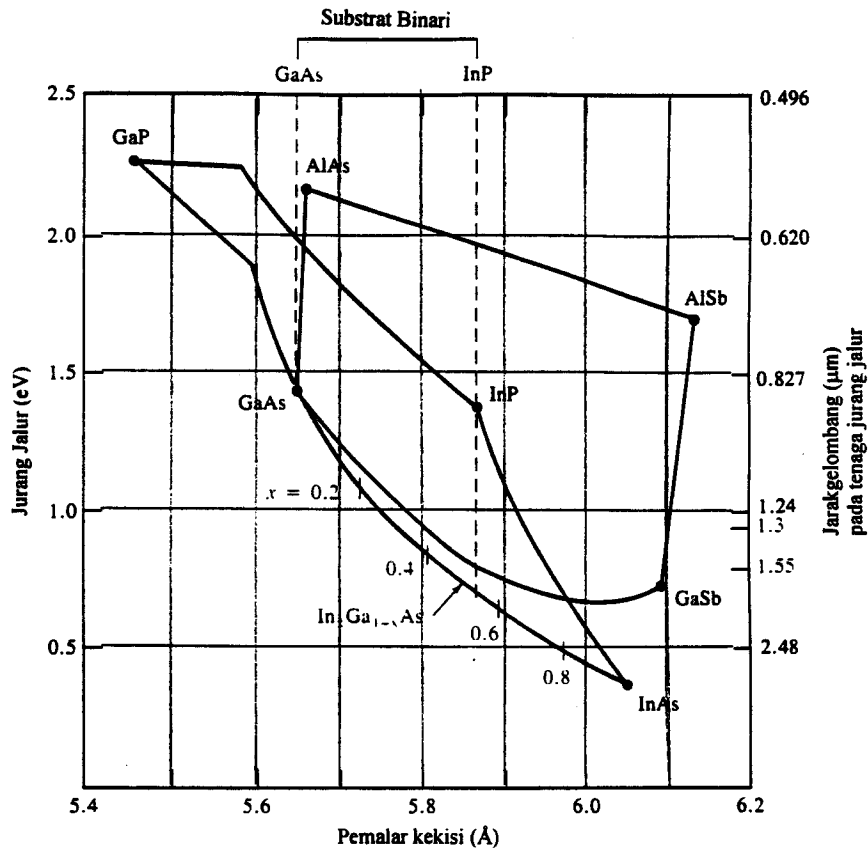
Jawab kesemua **LIMA** soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Dalam aplikasi elektronik dan fotonik, pengetahuan asas sifat-sifat bahan adalah penting. Katakan anda diperlukan membina suatu sistem peranti pengesan foto. Bincangkan sekurang-kurangnya 3 sifat asas bahan yang perlu dipertimbangkan.
(20/100)
- (b) Huraikan perbezaan utama semikonduktor dan logam dalam konteks kekonduksian elektrik. Senaraikan manfaat sifat kekonduksian semikonduktor yang telah anda huraikan di atas untuk aplikasi elektronik dan fotonik.
(30/100)
- (c) Bincangkan dengan menggunakan teori jalur bagaimana konduktiviti semikonduktor (intrinsik dan ekstrinsik) berubah dengan suhu.
(20/100)
- (d) Sesuatu bahan yang mempunyai kekonduksian elektrik yang baik juga mempunyai kekonduksian terma yang baik, sebaliknya sesuatu bahan dengan kekonduksian elektrik yang lemah juga mempunyai kekonduksian terma yang lemah. Bincangkan hal ini menggunakan teori elektron.
(15/100)
- (e) Bincangkan apa yang anda fahami tentang hablur tunggal, amorfus dan polihablur.
(15/100)

2. (a) Huraikan jenis-jenis simpangan yang utama di dalam elektronik dan fotonik.
(30/100)
- (b) Suatu simpangan p-n dibina dimana $N_d=2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $N_a=8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$
- (i) Hitung paras-paras Fermi pada suhu 300K
- (ii) Lakarkan jalur tenaga yang terhasil dan tentukan keupayaan binaan dalaman V_0 dari rajah anda.
- (iii) Hitung V_0 menggunakan rumus yang sesuai dan bandingkan dengan jawapan anda dalam ii).
(25/100)
- (c) Bincangkan perbezaan di antara semikonduktor terus dan tak terus sebagai pengesan foto dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti bahan yang terlibat, proses operasi dan prestasi pengesanan foto. Gunakan lakaran graf jika perlu.
(30/100)
- (d) Senaraikan perbezaan diantara diod pemancar cahaya (LED) dan diod laser dari segi operasi, output dan aplikasi.
(15/100)
3. (a) Senaraikan dan bincangkan 2 faktor penting yang perlu diambilkira dalam menumbuhkan hablur semikonduktor.
(10/100)
- (b) Pilih dua kaedah yang popular untuk menumbuhkan hablur tunggal semikonduktor dan bincangkan dengan terperinci setiap satu sistem tersebut.
(30/100)
- (c) Lapisan epitaksi semikonduktor boleh ditumbuhkan di atas susbstrat yang sesuai dengan menggunakan berbagai kaedah. Bincangkan dengan terperinci dua kaedah penumbuhan yang biasa digunakan dalam industri semikonduktor. Gunakan lakaran rajah jika perlu.
(40/100)

- (d) Padanan kekisi di antara lapisan aktif dengan substrat merupakan faktor yang penting dalam penumbuhan lapisan epitaksi. Katakan anda dikehendaki membina peranti LED $\text{InAs}_{0.5}\text{P}_{0.5}$ di atas substrat InP . Menggunakan rajah 1:
- Dapatkan jarak gelombang yang akan dipancarkan oleh LED ini. Nyatakan juga dalam rantau apakah jarak gelombang ini berada?
 - Dapatkan perbezaan pemalar kekisi di antara lapisan aktif dengan substrat.
 - Sarankan kaedah penumbuhan yang sesuai bagi mengurangkan ketidaksepadanan kekisi yang anda perhatikan di ii) bagi menghasilkan LED $\text{InAs}_{0.5}\text{P}_{0.5}$ yang berkualiti tinggi diatas substrat InP .

(20/100)



Rajah 1: Hubungan di antara Jurang Jalur dan Pemalar Kekisi bagi aloi dalam sistem InGaAsP dan AlGaAsSb

4. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan proses pengoksidaan terma? Sekiranya ketebalan x silikon dioksida perlu ditumbuhkan secara pengoksidaan terma, berapakah ketebalan silikon yang akan digunakan dalam proses ini? (Berat molekul bagi Si ialah 28.9 g/mol dan bagi SiO_2 ialah 60.08 g/mol. Ketumpatan Si ialah 2.33 g/cm³ dan ketumpatan SiO_2 ialah 2.21 g/cm³) (30/100)
- (b) Terdapat beberapa masalah untuk menghasilkan corak yang baik pada wafer, terutama apabila corak tersebut tersangat kecil (kurang dari 1 μm). Huraikan masalah-masalah dalam teknik fotolitografi yang menghadkan resolusi corak. (20/100)
- (c) Bincangkan aspek pemilihan (*selectivity*) dan keisotropian dalam langkah punaran proses fabrikasi semikonduktor. (20/100)
- (d) Lakarkan aliran proses fabrikasi simpang p-n, bermula dengan satu wafer silikon jenis-n. (30/100)
5. Teknik-teknik pencirian untuk menentukan sifat struktur, optik dan elektrik sesuatu bahan adalah penting untuk membantu kita dalam mencirikan bahan tersebut untuk kegunaan dalam peranti elektronik dan fotonik.
- (a) Apakah teknik yang sesuai untuk mengkaji permukaan retakan dalam hablur? Apakah maklumat lain yang dapat diperolehi daripada teknik tersebut? (20/100)
- (b) Penentuan struktur bahan dapat dilakukan dengan menggunakan difraktometer sinar-x.
- (i) Lakarkan spektra belauan yang tipikal untuk hablur pepejal, bahan cecair dan pepejal amorfos. (10/100)
- (ii) Apakah maklumat yang perlu diperolehi jika kamu perlu menganggarkan saiz butiran bagi hablur yang digunakan sebagai spesimen dalam kaedah ini? Terangkan jawapan anda dengan menggunakan formula yang sesuai. (10/100)

- (iii) Dapatkan sudut belauan 2θ untuk satah (220) bagi Fe yang mempunyai struktur kubus. Parameter kekisi bagi Fe ialah 2.866 \AA dan sinaran yang digunakan mempunyai jarak gelombang 1.790 \AA .
(20/100)
- (c) Terangkan dengan bantuan gambarajah:
- (i) Kaedah serapan optik yang digunakan untuk mengukur jurang tenaga bahan semikonduktor.
(20/100)
- (ii) Kaedah prob empat titik yang digunakan untuk mengukur kekonduksian bahan semikonduktor.
(20/100)