

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1991/92

Mac/April 1992

EBB 415/3 - Bahan Semikonduktor II

Masa : (3 jam)

ARAHAN KEPADA CALON

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi TUJUH (7) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Sila jawab LIMA (5) soalan sahaja.

Kertas soalan ini mengandungi LAPAN (8) soalan semuanya.

Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Semua jawapan mesti dimulakan pada mukasurat baru.

1. [a] Di dalam penukleusan homogen sesuatu hablur daripada leburan, terangkan mengapa perlu terdapatnya suatu nukleus yang berukuran genting sebelum penghabluran itu boleh berlaku dengan spontan.

Dengan mengandaikan penghabluran itu bermula dengan sebutir nukleus yang berbentuk sfera, tunjukkan bahawa magnitud jejari gentingnya diberikan oleh

$$r_c = \frac{2\gamma}{\Delta F_v}$$

di mana

γ adalah tenaga permukaan per unit luas permukaan di antara hablur yang menukleus dengan leburannya.

dan ΔF_v adalah perubahan tenaga bebas per unit isipadu untuk atom-atom yang berada di dalam fasa-fasa hablur dan leburan.

(50 markah)

- [b] Bagaimanakah kadar penghabluran dipengaruhi oleh suhu di mana penghabluran itu dilakukan dan juga tunjukkan bahawa terdapat suatu nilai terhad untuk kadar penghabluran yang boleh tercapai dengan magnitud keadaan ke superdinginan yang dikenakan kepada sistem tersebut.

(50 markah)

2. [a] Bincangkan kelebihan-kelebihan yang terdapat pada teknik Zon Terapung jika dibandingkan dengan teknik tradisional Czochralski untuk menyediakan hablur silikon gred elektronik.

(30 markah)

- [b] Semikonduktor Si boleh ditumbuhkan dengan menggunakan teknik Zon Terapung manakala Ge tidak. Terangkan mengapa. Dengan ini cadangkan dengan jelas satu teknik untuk menghasilkan hablur tunggal Ge.

(35 markah)

- [c] Bincangkan masalah-masalah yang berkaitan dengan pertumbuhan hablur-hablur semikonduktor sebatian. Terangkan dengan jelas satu teknik yang boleh digunakan untuk pertumbuhan hablur semikonduktor II - VI.

(35 markah)

3. [a] Takrifkan maksud pekali pengasingan keseimbangan, k_0 .

Telah dilaporkan bahawa unsur Phosphorus mempunyai pekali pengasingan yang mempunyai nilai-nilai 0.35 di dalam Si dan 2.0 di dalam GaAs. Terangkan maksud penglihatan-penglihatan tersebut dengan menggunakan rajah-rajah yang sesuai.

(40 markah)

- [b] Ketumpatan P di dalam Si hendak dikurangkan dengan menggunakan kaedah penulinan zon. Cadangkan suatu cara yang praktikal untuk melakukan ini dan plotkan profil ketumpatan-ketumpatan relatif seketika untuk P di dalam Si pada fasa-fasa hablur dan leburan.

(40 markah)

Terangkan mengapa perlunya ditakrifkan suatu pekali pengasingan berkesan, k semasa sesuatu laluan zon.

(20 markah)

4. [a] Apakah pertumbuhan epitaksi sesuatu filem bahan?

Perbeza dan perbandingkan pertumbuhan homo-epitaksi dan pseudo-homoepitaksi sesuatu filem semikonduktor. Bincangkan masalah-masalah yang berkaitan dengan pertumbuhan pseudo-homoepitaksi yang boleh melibatkan pembentukan kecacatan di dalam filem-filem yang terhasil.

(40 markah)

- [b] Filem-filem GaAs hendak ditumbuhkan secara epitaksi melalui tindakbalas "disproportionation". Cadangkan dengan jelas bagaimana ini dapat dijalankan. Anda harus juga menamakan gas-gas reaktan yang sesuai yang boleh digunakan.

(40 markah)

Berikan komen-komen berkenaan pengawalan kadar penganapan filem-filem tersebut dan terangkan bagaimana pengawalan itu dapat dicapai.

(20 markah)

5. [a] Bagaimanakah hasilan (yield) akan berubah dengan tenaga yang terdapat pada ion tuju semasa percikan. Terangkan mengapa, untuk ion-ion tuju bertenaga tinggi, hasilan percikan akan menurun daripada suatu nilai maksima. (30 markah)
- [b] Semasa proses percikan suatu sampel sasaran poli-hablor, terangkan mengapa hasilan percikan bertambah apabila sudut tuju ditambahkan daripada arah normal permukaan sampel tuju itu. (30 markah)
- [c] Terangkan secara ringkas suatu sistem percikan nyahcas berbara yang boleh digunakan untuk menghasilkan pertumbuhan filem-filem nipis semikonduktor. Berikan sebab mengapa bahan sasaran itu selalunya disejukkan dengan pengaliran air di dalam sesuatu saluran yang merangkumi bahan tuju tersebut semasa sesuatu larian. (40 markah)
6. [a] Jumlah jarak laluan, R untuk suatu ion yang mempunyai tenaga E_0 yang sedang mengalami pelambatan di dalam sesuatu pepejal semasa proses penanaman ion boleh dirumuskan sebagai

$$R = \frac{1}{N} \int_0^{E_0} \frac{dE}{S_n(E) + S_e(E)}$$

di mana

N adalah bilangan atom sasaran per unit isipadu

$S_n(E)$ adalah kuasa penghenti nuklear

$S_e(E)$ adalah kuasa penghenti elektronik

Apakah punca kuasa-kuasa penghenti $S_n(E)$ dan $S_e(E)$ dan bagaimanakah mereka berubah dengan tenaga asal yang terdapat pada ion menuju.

(30 markah)

...5/-

[b] Perbanding dan perbezakan profil julat yang terduga untuk ion-ion yang ditujukan ke dalam

- i] pepejal amorfus
- ii] pepejal hablur

(40 markah)

[c] Bincangkan kelebihan kaedah penanaman ion jika dibandingkan dengan kaedah peresapan terma di dalam proses pendopan hablur semikonduktor.

(30 markah)

7. [a] Takrifkan maksud isipadu bebas dan berikan penjelasan kepada pernyataan yang menyatakan bahawa keadaan kaca sesuatu semikonduktor amorfus boleh digambarkan sebagai keadaan "iso-isipadu bebas". Dengan ini terangkan fenomena peralihan kaca yang dialami oleh bahan yang tidak boleh mengablur semasa sesuatu eksperimen dilatometri.

(30 markah)

[b] Apakah kesan-kesan yang timbul daripada kehilangan keseragaman pada julat panjang dan perubahan-perubahan di dalam julat pendek kepada keadaan elektron di dalam sesuatu pepejal amorfus. Dengan ini terangkan maksud "jurang kelincahan" untuk pembawa cas di dalam pepejal tersebut.

(40 markah)

[c] Pendopan semikonduktor amorfus adalah dianggap sebagai mustahil pada awalnya. Berikan sebab-sebabnya. Silikon amorfus terhidrogen telah ditunjukkan sebagai boleh didop dengan jayanya. Apakah kesan penhidrogenan dan cadangkan satu kaedah di mana silikon amorfus terhidrogen boleh didopkan kepada semikonduktor jenis-p.

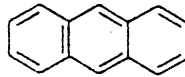
(30 markah)

...6/-

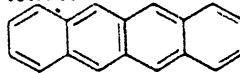
8. [a] Beberapa struktur poliasin linear ditunjukkan di bawah. Juga telah dilaporkan bahawa sandaran kekonduksian bahan-bahan tersebut kepada suhu menunjukkan kehadiran suatu jurang tenaga E_g oleh kerana penambahan magnitud sifat itu yang dirangsang oleh suhu.

Aturkan sebatian-sebatian tersebut mengikut susunan E_g yang menurun. Berikan keterangan yang jelas.

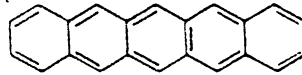
anthracene



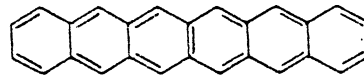
tetracene



pentacene



hexacene



(50 markah)

- [b] Jurang tenaga untuk sebatian-sebatian bi-phenil menunjukkan pengurangan magnitud yang nyata apabila jisim molekul sebatian-sebatian jenis tersebut bertambah sehingga p-kuarterphenil.

Penambahan jisim molekul yang berterusan walaubagaimanapun tidak menyebabkan pengurangan berterusan di dalam nilai jurang tenaga. Jelaskan penglihatan ini.

(50 markah)

LAMPIRAN A

PEMALAR-PEMALAR FIZIK

Avogadro constant	L or N_A	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Bohr magneton	μ_B	$9.274 \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
Bohr radius	a_0	$5.292 \times 10^{-11} \text{ m}$
Boltzmann constant	k	$1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
charge of an electron	e	$-1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Compton wavelength of electron	$\lambda_C = h/m_e c$	$= 2.426 \times 10^{-12} \text{ m}$
Faraday constant	F	$9.649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
fine structure constant	$\alpha = \mu_0 e^2 c / 2h$	$= 7.297 \times 10^{-3} \text{ } (\alpha^{-1} = 137.0)$
gas constant	R	$8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
gravitational constant	G	$6.73 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
nuclear magneton	μ_N	$5.051 \times 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
permeability of a vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ exactly
permittivity of a vacuum	ϵ_0	$8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ ($1/4\pi\epsilon_0 =$ $8.988 \times 10^9 \text{ m F}^{-1}$)
Planck constant	h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
(Planck constant)/ 2π	\hbar	$1.055 \times 10^{-34} \text{ J s} = 6.582 \times 10^{-16} \text{ eV s}$
rest mass of electron	m_e	$9.110 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0.511 \text{ MeV}/c^2$
rest mass of proton	m_p	$1.673 \times 10^{-27} \text{ kg} = 938.3 \text{ MeV}/c^2$
Rydberg constant	$R_\infty = \mu_0^2 m_e e^4 c^3 / 8h^3$	$= 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
speed of light in a vacuum	c	$2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Stefan-Boltzmann constant	$\sigma = 2\pi^5 k^4 / 15h^3 c^2$	$= 5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
unified atomic mass unit (^{12}C)	u	$1.661 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931.5 \text{ MeV}/c^2$
wavelength of a 1 eV photon		$1.243 \times 10^{-6} \text{ m}$

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}; \quad 1 \text{ dyne} = 10^{-5} \text{ N}; \quad 1 \text{ gauss (G)} = 10^{-4} \text{ tesla (T)};$
 $0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}; \quad 1 \text{ curie (Ci)} = 3.7 \times 10^{10} \text{ s}^{-1};$
 $1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg} = 6.241 \times 10^{18} \text{ eV}; \quad 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}; \quad 1 \text{ cal}_{\text{th}} = 4.184 \text{ J};$
 $\ln 10 = 2.303; \quad \ln x = 2.303 \log x; \quad e = 2.718; \quad \log e = 0.4343; \quad \pi = 3.142$

