

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

April 2008

**ZKT 222/3 – Electronic & Photonic Materials I**  
***[Bahan Elektronik & Fotonik I]***

Duration: 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains **FIVE** printed pages before you begin the examination.

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

**Instruction:** Answer all **FIVE** questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

**Arahan:** *Jawab semua **LIMA** soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

1. (a) Name the two most important epitaxial growth techniques for III-V compound semiconductors, and provide a short description for each method. Include in your description a sketch of the two types of deposition systems.  
*[Namakan dua kaedah penting pertumbuhan epitaksi semikonduktor sebatian III-V, dan beri penerangan ringkas bagi setiap kaedah. Masukkan lakaran kedua-dua sistem pemendapan tersebut dalam penerangan anda.]*  
 (12/20)
- (b) What is the distinction between homoepitaxy and heteroepitaxy?  
*[Apakah perbezaan antara homoepitaksi dan heteroepitaksi?]*  
 (4/20)
- (c) Name two methods of physical vapor deposition (PVD) of metals.  
*[Namakan dua kaedah pemendapan wap fizikal (PVD) bagi logam.]*  
 (4/20)
2. (a) Name the three main types of microscopy techniques.  
*[Namakan tiga jenis teknik mikroskopi yang utama.]*  
 (3/20)
- (b) What is the distinction between amorphous and polycrystalline solids? Sketch the typical x-ray diffraction pattern for these two types of materials.  
*[Apakah perbezaan antara pepejal amorfus dan pepejal polikristal? Lakarkan corak belauan x-ray yang tipikal bagi kedua-dua jenis bahan ini.]*  
 (6/20)
- (c) (i) From an x-ray diffraction spectrum, it was found that the diffraction angle ( $2\theta$ ) is  $81.38^\circ$  for the (113) plane for Pt (platinum) which has a cubic structure. Determine the lattice parameter  $a$  for Pt if the wavelength of the x-ray used is  $1.542 \text{ \AA}$ .  
*[Daripada spectra belauan x-ray, didapati sudut belauan ( $2\theta$ ) adalah  $81.38^\circ$  untuk satah (113) bagi Pt (platinum) yang mempunyai struktur kubus. Dapatkan parameter kekisi  $a$  bagi Pt jika sinaran yang digunakan mempunyai jarak gelombang  $1.542 \text{ \AA}$ .]*  
 (3/20)

- (ii) Obtain the grain size of this sample if the broadening of the peak is  $0.42^\circ$ .  
*[Dapatkan saiz butiran bagi sampel ini jika kelebaran puncak belauan tersebut adalah  $0.42^\circ$ .]*  
 (4/20)
- (d) What are the four types of radiative transitions that are commonly observed with photoluminescence (PL).  
*[Apakah empat jenis peralihan menyinar yang biasa diperhatikan dengan fotoluminesen (PL)]*  
 (4/20)
3. (a) What are the 5 major steps in the semiconductor fabrication process?  
*[Apakah 5 langkah utama dalam proses fabrikasi semikonduktor?]*  
 (5/20)
- (b) What is the advantage of dry etching compared to wet etching? Sketch the etching profiles obtained with these two different techniques of etching.  
*[Apakah kelebihan punaran kering berbanding dengan punaran basah? Lakarkan profil punaran yang diperolehi dengan kedua-dua teknik punaran yang berbeza ini.]*  
 (5/20)
- (c) What are the two key methods of impurity doping?  
*[Apakah dua kaedah utama bagi pengedopan bendasing?]*  
 (2/20)
- (d) Sketch the details of the fabrication process for a p-n junction, starting with an n-type Si wafer.  
*[Lakarkan butir-butir proses fabrikasi simpang p-n, bermula dengan satu wafer Si jenis-n.]*  
 (8/20)
4. (a) What are the four cases of ideal metal-semiconductor contacts that result in rectifying (Schottky barriers) and nonrectifying (ohmic) contacts?  
*[Apakah empat kes bagi sentuhan logam-semikonduktor yang unggul yang menghasilkan sentuhan rektifikasi (sawar Schottky) dan tidak rektifikasi (ohmik)?]*  
 (7/20)

- (b) Sketch the energy band diagram for  
*[Lakarkan rajah jalur tenaga bagi]*
- (i) Ohmic metal-semiconductor junction, for the case of a metal in contact with an n-type semiconductor.  
*[Simpang ohmik logam-semikonduktor, bagi kes sentuhan logam dengan semikonduktor jenis-n.]*  
 (5/20)
- (ii) A Schottky barrier formed by contacting an n-type semiconductor with a metal.  
*[Suatu sawar Schottky yang dibentuk bagi sentuhan antara semikonduktor jenis-n dengan logam.]*  
 (5/20)
- (c) Determine the thickness of cobalt silicide that is needed to obtain a sheet resistance of  $0.6 \Omega/\square$  (the resistivity of cobalt silicide is  $18 \mu\text{ohm-cm}$ ).  
*[Hitungkan ketebalan silisida kobalt yang diperlukan untuk mendapat rintangan keeping sebanyak  $0.6 \Omega/\square$  (kerintangan silisida ini adalah  $18 \mu\text{ohm-cm}$ ).]*  
 (3/20)
5. (a) What is the wavelength and color of light that will be emitted if a material with an energy band gap of 2.8 eV is used as the active layer in a light emitting diode (LED).  
*[Apakah jarak gelombang dan warna yang akan dipancarkan sekiranya bahan dengan jurang jalur tenaga sebanyak 2.8 eV digunakan sebagai lapisan aktif dalam diod pemancar cahaya (LED).]*  
 (5/20)
- (b) Sketch the cross sectional view of a GaAlAs heterojunction LED.  
*[Lakarkan pandangan keratan rentas bagi LED heterosimpang GaAlAs.]*  
 (5/20)
- (c) Write a short description on photoconductor, and give an example of material that exhibit photoconductivity properties.  
*[Tulis penerangan ringkas mengenai fotokonduktor, dan berikan satu contoh bahan yang mempunyai ciri kefotokonduksian.]*  
 (5/20)

- (d) Sketch the current-voltage (I-V) characteristic of a solar cell, showing the maximum power rectangle. A Si solar cell has a short-circuit current of 100 mA and an open-circuit voltage of 0.8 V under full solar illumination. The fill factor is 0.7. What is the maximum power delivered to a load by this cell.

*[Lakarkan ciri arus-voltan (I-V) bagi sel suria, yang menunjukkan segiempat tepat kuasa maksimum. Suatu sel suria Si mempunyai arus litar pintas sebanyak 100 mA dan voltan litar terbuka sebanyak 0.8 V dengan pencahayaan penuh suria. Faktor isi adalah 0.7. Apakah kuasa maksimum yang dihantar pada beban oleh sel ini?]*

(5/20)