

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2006/2007

April 2007

**ZKT 222/3 - Electronic and Photonic Materials I**  
*[Bahan Elektronik dan Fotonik I]*

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

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

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT 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 kesemua LIMA soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

1. (a) Write a short description on  
[Tulis penerangan ringkas mengenai]
- (i) Ceramics  
[Seramik] (3/20)
- (ii) Polymers  
[Polimer] (3/20)
- (iii) Semiconductors  
[Semikonduktor] (3/20)
- (b) In terms of energy band structure, discuss reasons for the difference in conductivity between metals and semiconductors.  
[Dengan menggunakan struktur jalur tenaga, bincangkan apa yang menyebabkan perbezaan kekonduksian antara logam dan semikonduktor.] (5/20)
- (c) Describe the metalorganic chemical vapor deposition (MOCVD) method for growth of epitaxial III-V compound semiconductors.  
[Terangkan kaedah pemendapan wap kimia logam organik (MOCVD) bagi pertumbuhan epitaksi semikonduktor sebatian III-V.] (6/20)
2. (a) Name two applications of scanning electron microscope (SEM) fitted with energy dispersive x-ray analysis (EDX) tool.  
[Namakan dua aplikasi mikroskop imbasan elektron (SEM) yang dilengkapi dengan analisis tenaga sebaran x-ray (EDX).] (2/20)
- (b) (i) Sketch the typical x-ray diffraction pattern for a polycrystalline material.  
[Lakarkan corak belauan x-ray yang tipikal bagi bahan polikristal.] (4/20)
- (ii) From an x-ray diffraction spectrum, it was found that the broadening of a peak of a sample was  $0.42^\circ$  at  $2\theta = 80.0^\circ$ . Obtain the grain size of this sample if the wavelength of the x-ray used is  $1.51\text{\AA}$ .  
[Daripada suatu spektra belauan sinar-X, didapati kelebaran puncak belauan bagi suatu spesimen adalah  $0.42^\circ$  pada sudut  $2\theta = 80.0^\circ$ . Dapatkan saiz butiran bagi spesimen ini jika sinar-X yang digunakan mempunyai jarak gelombang  $1.51\text{\AA}$ .] (6/20)
- (c) What is the distinction between photoluminescence and electroluminescence.  
[Apakah perbezaan antara fotoluminesen dan elektroluminesen.] (4/20)

- (d) What are the four parameters or information about a semiconductor sample that can be obtained from Hall effect measurements.  
*[Nyatakan empat parameter atau maklumat mengenai suatu sampel semikonduktor yang dapat diperolehi daripada pengukuran kesan Hall.]*  
 (4/20)
3. (a) Describe the Czochralski method for crystal growth of silicon.  
*[Terangkan kaedah Czochralski bagi pertumbuhan hablur silikon.]*  
 (7/20)
- (b) A Si crystal is to be grown by the Czochralski method, and it is desired that the ingot contain  $10^{16}$  phosphorus atoms/cm<sup>3</sup>.  
*[Hablur Si akan ditumbuhkan dengan kaedah Czochralski, dan ingot dikehendaki supaya mengandungi  $10^{16}$  atom fosforus/cm<sup>3</sup>.]*
- (i) What concentration of phosphorus atoms should the melt contain to give this impurity concentration in the crystal during the initial growth? For P in Si,  $k_0$  (segregation coefficient) is 0.35.  
*[Berapakah kepekatan atom fosforus dalam leburan bagi menghasilkan kepekatan bendasing dalam hablur semasa pertumbuhan? Bagi P dalam Si,  $k_0$  (pekali taburan) adalah 0.35.]*  
 (2/20)
- (ii) If the initial load of Si in the crucible is 5 kg, how many grams of phosphorus should be added? The atomic weight of phosphorus is 31, and the density of Si is 2.33 g/cm<sup>3</sup>.  
*[Jika beban permulaan dalam mangkuk pijar adalah 5 kg, berapa gram fosforus perlu ditambah? Berat atomik fosforus adalah 31, dan ketumpatan Si adalah 2.33 g/cm<sup>3</sup>.]*  
 (4/20)
- (c) Thermal oxidation is an important step in the fabrication process of silicon devices. How is the thermal oxidation process carried out and what are the factors affecting the oxide growth rate?  
*[Pengoksidaan terma adalah suatu langkah penting dalam proses fabrikasi peranti silikon. Bagaimanakah proses pengoksidaan terma dilakukan dan apakah faktor-faktor yang mempengaruhi kadar pertumbuhan oksida?]*  
 (7/20)
4. (a) (i) List the 10 steps involved in the photolithographic process.  
*[Senaraikan 10 langkah yang terlibat dalam proses fotolitografi.]*  
 (5/20)

- (ii) Sketch the details of optical lithographic pattern transfer process using positive photoresist.  
*[Lakarkan butir-butir proses pemindahan corak litografi optik yang menggunakan fotorintang positif.]*  
 (5/20)
- (b) Describe the sputtering process used to deposit thin films of metals.  
*[Terangkan kaedah percikan yang digunakan untuk pemendapan filem nipis logam.]*  
 (5/20)
- (c) Sketch the energy band diagram for a Schottky barrier formed by contacting an n-type semiconductor with a metal.  
*[Lakarkan rajah jalur tenaga bagi sawar Schottky yang dibentuk bagi sentuhan antara semikonduktor jenis-n dengan logam.]*  
 (5/20)
5. (a) Consider the  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ternary alloy with a direct band gap of 3.4 eV for GaN and 6.2 eV for AlN. What is the corresponding range of emission wavelength if this material is used for fabricating light emitting diodes (LEDs).  
*[Pertmbangkan aloi ternari  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  dengan jurang jalur terus 3.4 eV bagi GaN dan 6.2 eV bagi AlN. Apakah julat jarak gelombang pancaran yang sepadan bagi bahan ini jika ianya digunakan untuk fabrikasi diod pemancar cahaya (LEDs).]*  
 (5/20)
- (b) How is heterojunction formed? Name the four basic types of heterojunction.  
*[Bagaimanakah simpang hetero dihasilkan? Namakan empat jenis simpang hetero.]*  
 (5/20)
- (c) Sketch the cross sectional view of a double heterojunction or double heterostructure laser with GaAs as the active layer.  
*[Lakarkan pandangan keratan rentas bagi laser simpang hetero kembar atau struktur hetero kembar dengan GaAs sebagai lapisan aktif.]*  
 (5/20)
- (d) Sketch the typical output power vs. diode current characteristics and the corresponding output spectrum of a laser diode.  
*[Lakarkan ciri tipikal kuasa output melawan arus diod dan spektrum output yang sepadan bagi suatu diod laser.]*  
 (5/20)