
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2008/2009

November 2008

EBB 443/4 - Technical Ceramics **[Seramik Teknikal]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper contains SEVEN questions. TWO questions in PART A, THREE questions in PART B and TWO questions in PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. DUA soalan di BAHAGIAN A, TIGA soalan di BAHAGIAN B dan DUA soalan di BAHAGIAN C.]

Instructions: Answer **FIVE** questions. Answer **ONE** question from PART A, **ONE** question from PART B, **ONE** question from PART C and **TWO** questions from any sections. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jawab **SATU** soalan dari BAHAGIAN A, **SATU** soalan dari BAHAGIAN B, **SATU** soalan dari BAHAGIAN C dan **DUA** soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

PART A**BAHAGIAN A**

1. [a] Briefly describe 2 (TWO) process in synthesizing of zirconia (ZrO_2) powder.

Dengan ringkas, terangkan 2 (DUA) proses mensintesis serbuk zirkonia (ZrO_2).

(20 marks/markah)

- [b] In transformation toughening mechanism of a partially stabilized zirconia (PSZ), there are zones called the 'frontal zone' and 'wake' being formed. Discuss the effects of these two zones on the fracture toughness of PSZ.

Di dalam mekanisme penglihatan jelmaan zirkonia separa stabil (PSZ), terdapat zon-zon dikenali sebagai "zon depan" dan "wake" terbentuk. Bincangkan kesan kedua-dua zon tersebut terhadap keliatan patah PSZ.

(40 marks/markah)

- [c] Hydroxyapatite HA is a known bioceramics, well accepted as biocompatible, bioactive and non-toxic. However, it is also known that it has low fracture strength and low toughness, thus restricting it to non-loading application. Many attempts by researchers have been made to improve the mechanical properties of HA. One of the approaches is the reinforcement of HA with PSZ. Discuss this approach, relating to choice of materials, phase formation and effect on mechanical properties.

Hidroksiapatit HA adalah bahan biosemeramik yang telah diterima sebagai biosemeramik, bioaktif dan tak-toksik. Walau bagaimanapun, ianya juga mempunyai kekuatan patah dan keliatan patah yang rendah, dan dengan itu menghadkannya pada kegunaan tanpa-beban. Banyak cubaan oleh penyelidik-penyelidik telah dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik HA. Salah satu pendekatan ialah diperkuatkan HA dengan PSZ. Bincangkan pendekatan ini, dengan mempertimbangkan pilihan bahan, pembentukan fasa dan kesan terhadap sifat mekanik.

(40 marks/markah)

2. [a] Discuss the 4-point bend test and the ring bursting test in determining the fracture strength of a ceramic specimen. Discussion should also include advantages and disadvantages of both tests.

Bincangkan ujian patah 4-titik dan ujian letusan cincin dalam penentuan kekuatan patah spesimen seramik. Perbincangan harus juga merangkumi kelebihan dan kekurangan kedua-dua ujian.

(40 marks/markah)

- [b] Discuss the effect of porosity and inclusions (with different Young's Modulus and coefficient of thermal expansion) on the mechanical properties of ceramics.

Bincangkan kesan keliangan dan kemasukan bendasing (yang mempunyai Modulus Young dan koefisien pengembangan terma yang berbeza) terhadap sifat mekanik seramik.

(40 marks/markah)

- [c] Briefly explain tape casting in the forming of thin sheet alumina substrate.

Dengan ringkas, terangkan penuangan pita untuk hasilkan substrate nipis alumina.

(20 marks/markah)

PART B**BAHAGIAN B**

3. [a] Clay is typically the main raw material to prepare conventional ceramics but is not suitable for electroceramics. Why and give a brief explanation.

Tanah liat merupakan bahan mentah utama bagi pembuatan seramik konvensional tetapi tidak sesuai untuk penyediaan elektroseramik. Mengapa dan jelaskan secara ringkas.

(20 marks/markah)

- [b] How does the electroceramic material (such as ZnO) work as a varistor to protect a device from high-voltage transients? Discuss this topic based on microstructure and circuit structures.

Bagaimana bahan elektroseramik (seperti ZnO) boleh melindungi peranti daripada perubahan voltan tinggi? Bincangkan topik ini berasaskan mikrostruktur dan susunan litar.

(30 marks/markah)

- [c] Suppose you are given a dielectric material with very high dielectric constant value (high-k) and also high dielectric loss for electronic device application. Discuss the advantages and disadvantages of this material if used to fabricate an electronic component. How can these disadvantages be minimised?

Sekiranya anda diberikan suatu bahan dielektrik dengan nilai pemalar dielektrik yang sangat tinggi dan juga lesapan dielektrik yang tinggi untuk kegunaan peranti elektronik. Bincangkan kelebihan dan kekurangan bahan ini apabila digunakan untuk menghasilkan komponen elektronik. Bagaimana meminimumkan kekurangan tersebut?

(30 marks/markah)

- [d] The piezoelectric and ferroelectric effect only occur in material that possess a unique crystal structure called noncentrosymmetric. Explain briefly why the centrosymmetric crystals have no piezoelectricity?

Kesan piezoelektrik dan ferroelektrik hanya wujud pada bahan yang mempunyai struktur hablur khas iaitu tak simetri pusat. Jelaskan secara ringkas mengapa bahan simetri pusat tidak menunjukkan sifat piezoelektrik.

(20 marks/markah)

4. [a] A hysteresis loop is formed when an electric or magnetic field is applied to a ferroelectric or magnetic material. Why does hysteresis occur? Explain briefly and draw a typical hysteresis loop for ferroelectric and magnetic materials, respectively. Discussion should be focused on domain movement, spontaneous polarization, remanent polarization, and coercive field.

Gelung histeresis terbentuk apabila medan elektrik atau medan magnet dikenakan ke atas bahan ferroelektrik atau magnetik. Mengapa histeresis wujud? Jelaskan secara ringkas dan lukis masing-masing contoh gelung histeresis bagi bahan ferroelektrik dan magnetik. Perbincangan sepatunya ditekankan kepada pergerakan domain, pengutupan tepu, pengutupan baki, dan medan paksa.

(40 marks/markah)

- [b] Among the magnetic ceramics, ferrites are the predominant class. Why? Propose a ferrite material composition and explain the preparation method of this material.

Di antara seramik magnetik, ferrit adalah yang paling dominant. Mengapa? Cadangkan satu komposisi bahan ferit dan jelaskan kaedah penyediaannya.

(40 marks/markah)

- [c] Alumina is one of ceramic compounds. Is it possible to make alumina as a superconductor material? Explain briefly.

Alumina adalah salah satu bahan seramik. Adakah mungkin menjadikan alumina sebagai bahan superkonduktor? Jelaskan secara ringkas.

(20 marks/markah)

5. [a] Suppose you are assigned to prepare and characterize a high dielectric constant ceramic material via solid state reaction technique. Choose only one of three materials of BaTiO_3 (BT), PbTiO_3 (PT), $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ (CCTO). Explain briefly the preparation steps and characterization procedures from starting materials preparation to final product.

Andaikan anda diminta untuk menyediakan dan mencirikan bahan seramik berpemalar dielektrik tinggi melalui kaedah tindak balas pepejal. Pilih satu sahaja daripada tiga bahan berikut ini BaTiO_3 (BT), PbTiO_3 (PT), $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ (CCTO). Huraikan secara ringkas langkah-langkah penyediaan dan pencirian daripada bahan mentah sehingga produk akhir.

(50 marks/markah)

- [b] Design a non-volatile memory device using ferroelectric material (FeRAM). The design should include the selection of suitable material, device structures and fabrication process.

Rekabentuk sebuah peranti memori menggunakan bahan ferroelektrik (FeRAM). Rekabentuk sepatutnya meliputi pemilihan bahan yang sesuai, struktur peranti dan proses fabrikasi.

(50 marks/markah)

PART C**BAHAGIAN C**

6. [a] Describe the stages in solid state sintering and liquid-phase sintering, and highlight the difference with the aid of diagram.

Huraikan dengan jelas tahap-tahap yang terlibat dalam pensinteran keadaan pepejal dan tahap-tahap pensinteran fasa cecair, nyatakan perbezaannya dengan bantuan gambarajah.

(60 marks/markah)

- [b] There are several advantages in liquid phase sintering compared to solid state sintering. However, ceramic product produced by solid state sintering may have superior properties compared to ceramic product produced by liquid-phase sintering. Discuss it.

Pensinteran fasa cecair mempunyai beberapa kelebihan berbanding persinteran keadaan pepejal, namun produk seramik yang dihasilkan melalui persinteran keadaan pepejal berkemungkinan mempunyai sifat-sifat yang lebih baik. Huraikan.

(40 marks/markah)

7. Discuss the following topics. Give an example if necessary.

- (i) Significant use of refractory in iron and steel industry
- (ii) Differences between acid and base refractory
- (iii) Advanced refractory

Bincangkan tajuk-tajuk berikut. Berikan contoh sekiranya perlu.

- (i) *Kepentingan penggunaan refraktori dalam industri besi dan keluli*
- (ii) *Perbezaan antara Refraktori asid dan bes*
- (iii) *Refraktori termaju*

(100 marks/markah)