
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2007/2008

Oktober/November 2007

EBB 443 – Seramik Teknikal **[Technical Ceramics]**

Masa: 3 jam
[Duration: 3 hours]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.
[Please ensure that this paper consists of FOURTEEN printed pages before you proceed with the examination.]

Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan TIGA soalan dari BAHAGIAN C.
[This paper contains THREE questions from PART A, TWO questions from PART B and THREE questions from PART C.]

Arahan: Jawab **LIMA** (5) soalan. Jawab **SATU** (1) soalan dari BAHAGIAN A, **SATU** (1) soalan dari BAHAGIAN B, **SATU** (1) soalan dari BAHAGIAN C dan **DUA** (2) soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

[Instruction: Answer **FIVE** (5) questions. Answer **ONE** (1) questions from PART A, **ONE** (1) questions from PART B, **ONE** (1) questions from PART C and **TWO** (2) questions from any part. If a candidate answers more than five questions, only the first five questions answered will be examined and awarded marks.]

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.
[Answers to any question must start on a new page.]

Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.
[You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.]

BAHAGIAN A.
PART A.

1. [a] Bincangkan mengenai perbezaan di antara "pensinteran tindakbalas" dengan "pengikatan tindakbalas". Gunakan contoh untuk menjelaskan jawapan anda.

Discuss about the differences between the "reaction sintering" and "reaction bonding". Please use suitable example to explain your answer.

(20 markah/marks)

- [b] Terdapat berbagai pendekatan yang digunakan dalam analisis teori pensinteran bahan seramik. Senaraikan model-model tersebut. Dengan menggunakan lakaran yang sesuai, huraikan "model pensinteran keadaan pepejal analitikal".

Various approaches have been used in the theoretical analysis of solid state sintering. List down the various models. Using suitable sketches, explain in detail about the "analytical solid state sintering model".

(40 markah/marks)

- [c] Bagaimanakah kaedah-kaedah "penekanan panas" dan "penekanan isostatik panas" dapat mengurangkan peratus keliangan produk seramik tersinter?

How the "hot pressing" and "hot isostatic pressing" techniques could reduced the porosity percentages of the sintered ceramic products?

(40 markah/marks)

2. [a] Jelaskan perbezaan di antara "sudut sentuh" dan "sudut dwihedra" yang selalunya ditemui dalam proses pensinteran fasa cecair produk seramik.

Explain the differences between the "contact angle" and "dihedral angle" which normally encountered in the liquid phase sintering process for ceramic products.

(20 markah/marks)

- [b] Produk seramik yang dihasilkan melalui pensinteran fasa cecair mungkin mempunyai sifat-sifat yang lebih rendah berbanding dengan jika disinter melalui pensinteran fasa pepejal. Adakah anda bersetuju dengan kenyataan ini? Berikan penjelasan anda.

Ceramic products produced via liquid phase sintering may have inferior properties compared to the solid state sintering. Do you agree with this statement? Provide your explanation.

(40 markah/marks)

- [c] Salah satu contoh yang penting mengenai kepentingan pensinteran fasa cecair ialah penghasilan varistor ZnO. Bincangkan secara terperinci mengenai peranan pensinteran fasa cecair dalam menghasilkan sifat-sifat yang berlainan varistor ZnO.

One of the most important examples about the importance of liquid phase sintering is ZnO varistors. Explain in detail about the liquid phase role for the formation of different properties of ZnO varistors.

(40 markah/marks)

3. [a] Mengapakah corak pengembangan terma linear untuk magnesia dan magnesia-krom berbeza jika dibandingkan dengan bata refraktori silika-alumina?

Why the pattern for linear thermal expansion for magnesia and magnesia-chrome is different compared to the silica-alumina refractory bricks?

(20 markah/marks)

- [b] Untuk refraktori bes seperti magnesia, adalah sangat penting untuk mendapatkan nisbah kalsium:silika (nisbah C/S) yang betul. Jelaskan secara terperinci, bagaimanakah nisbah C/S akan memberi kesan kepada prestasi refraktori magnesia?

For the basic refractory materials such as magnesia, it is very important to have the correct value for calcium:silica ratio (C/S ratio). Explain in detail, how the C/S ratio could effect the performance of this magnesia refractory.

(40 markah/marks)

- [c] Bahan-bahan penebat adalah sangat penting khususnya untuk penghasilan dinding relau. Apakah bahan-bahan penebat yang kerap digunakan untuk tujuan ini? Mengapa?

Insulating materials are very important especially for the fabrication of furnace walls. What are the various insulating materials commonly used for this purpose? Why?

(20 markah/marks)

BAHAGIAN B.
PART B.

4. [a] Berikan penjelasan ringkas tentang perbezaan antara elektroseramik dan seramik lazim.

Give a brief explanation the differences between electroceramics and conventional ceramics.

(10 markah/marks)

- [b] Kekonduksian dalam bahan elektroseramik dapat dibahagikan kepada kekonduksian elektronik, kekonduksian ion dan kekonduksian campuran (elektronik/ion). Berikan penjelasan ringkas tentang ketiga-tiga jenis kekonduksian tersebut.

Conduction in electroceramics can be classified into electronic, ionic, or mixed (electronic + ionic) conduction. Give a brief explanation for all types of conductions.

(10 markah/marks)

- [c] Sebahagian perintang elektroseramik menunjukkan nilai yang tinggi pada pekali rintangan suhu (TCR) sama ada mereka memiliki pekali suhu negative (NTC) atau positif (PTC). Bincangkan secara ringkas kedua-dua jenis TCR dan berikan contoh bahan NTC dan PTC.

Some electroceramic resistors exhibit high value of the temperature coefficient of resistance (TCR) and they may have negative temperature coefficient (NTC) or positive temperature coefficient (PTC). Discuss briefly both types of TCR and give example of materials demonstrating NTC and PTC properties.

(20 markah/marks)

- [d] Mengapa bahan yang memiliki nilai pemalar dielektrik tinggi sangat bermanfaat untuk kegunaan peranti elektronik?

Why high dielectric constant (high-k) material is very useful for electronic device application?

(10 markah/marks)

- [e] Bincangkan secara ringkas keunggulan dan masalah yang dihadapi apabila seramik berpemalar dielektrik tinggi (k) digunakan untuk menggantikan get oksida SiO_2 dalam fabrikasi peranti mikroelektronik.

Discuss briefly advantages and problems of high-k dielectric ceramics used to replace SiO_2 gate oxide in microelectronic devices fabrication?

(20 markah/marks)

- [f] Tentukan ketebalan bahan berpemalar dielektrik tinggi ($\epsilon_{\text{high-k}} = 26$) apabila digunakan untuk menggantikan SiO_2 dengan ketebalan oksida setara 2 nm ($\epsilon_{\text{SiO}_2} = 3.9$).

Find the thickness of high-k dielectric materials if used to replace SiO_2 with equivalent oxide thickness of 2 nm. Given $\epsilon_{\text{SiO}_2} = 3.9$ and $\epsilon_{\text{high-k}} = 26$.

(10 markah/marks)

- [g] Dalam bahan piezoelektrik terdapat dua mod kopling praktikal iaitu d_{31} dan d_{33} . Bincangkan secara ringkas kedua-dua mod kopling tersebut.

Two practical coupling modes in piezoelectric materials are d_{31} and d_{33} . Discuss briefly both coupling modes.

(20 markah/marks)

5. [a] Seramik ferroelektrik mempunyai struktur perovskit dengan formula am ABO_3 dimana A ialah ion besar logam dwivalens, B ialah ion kecil logam tetraavalens dan O ialah oksigen.

Ferroelectric ceramic has perovskite structure with general formula of ABO_3 in which A is a large divalent metal ion, B is a small tetravalent metal ion, octahedrally coordinating with oxygen.

- (i) Jelaskan bagaimana mekanisme pergerakan atom atau ion sehingga menghasilkan kesan ferroelektrik.

Explain how the mechanism of atom or ion movement to produce ferroelectric effect in this material.

- (ii) Jelaskan kesan suhu ke atas struktur fasa dan fenomena ferroelektrik dalam struktur perovskit.

Explain the effects of temperature on the phase structure formation and ferroelectric phenomena in perovskite structures.

(20 markah/marks)

- [b] Lukis gelung histerisis ferroelektrik dan berikan penjelasan ringkas tentang pengutuban tepu, pengutuban baki dan medan paksa.

Draw a hysteresis loop of ferroelectric and give a brief explanation of spontaneous polarization, remanent polarization, and coercive field.

(10 markah/marks)

- [c] Mengapa bahan seramik yang menunjukkan kesan ferroelektrik sangat sesuai untuk kegunaan peranti memori kekal (nonvolatile memory).

Why ferroelectric ceramic material is very promising for nonvolatile memory device application.

(10 markah/marks)

- [d] Apakah perbezaan diantara magnet lembut dan magnet keras? Bincangkan secara ringkas. Berikan contoh-contoh bahan seramik yang bersifat magnet lembut dan magnet keras dan lakarkan gelung histerisis bagi kedua-dua jenis magnet tersebut.

What is the differences between soft magnetic and hard magnetics? Discuss briefly. Give example of soft and hard magnetic ceramic materials and sketch the hysteresis loop for both types of magnet.

(10 markah/marks)

- [e] Berikan penjelasan ringkas tentang bahan magnetorintangan (magnetoresistance). Perbincangan hendaklah diarahkan kepada kesan magnetorintangan dan kegunaannya.

Give a brief discussion on magnetoresistance materials. Discussion should be focused on the magnetorestrictive effect phenomena and its application.

(10 markah/marks)

... 10/-

- [f] Bincangkan interaksi antara superkonduktor dan medan magnet. Lukis lakaran untuk menjelaskan interaksi tersebut.

Discuss interaction between superconductor and magnetic field (magnetic levitation). Draw a sketch to explain the interaction.

(10 markah/marks)

- [g] Jelaskan pengertian superkonduktor bersuhu tinggi (HTS) dan berikan dua (2) contoh bahan seramik yang bersifat HTS.

Explain the meaning of high temperature superconductor (HTS) and give two (2) examples of HTS ceramic materials.

(10 markah/marks)

- [h] Proses mengutubkan adalah proses terpenting dalam pemrosesan bahan ferroelektrik. Bincangkan secara ringkas proses pengutuban tersebut.

Poling process is the most important process in processing of ferroelectric materials. Discuss briefly the poling process to produce ferroelectric ceramics.

(10 markah/marks)

- [i] Berikan penjelasan ringkas bagaimana cara mengukur pemalar dielektrik bagi bahan elektroseramik.

Give a brief explanation how to measure dielectric constant of electroceramics.

(10 markah/marks)

BAHAGIAN C.
PART C.

6. [a] Apakah yang yang dimaksudkan dengan kelakuan kurva-r dalam hasilan seramik berkekuatan tinggi. Beza dan bandingkan dengan jasad yang tidak menunjukkan kelakuan kurva-r tersebut.

What is r-curve behavior in high strength ceramics. Compare and contrast the effect of such behavior with ceramics products not showing such behavior.

(30 markah/marks)

- [b] Kehadiran bendasing di dalam jasad seramik boleh mendatangkan kesan negatif pada sifat mekanikal jasad seramik tersebut. Bincangkan kesan perbezaan dalam pekali pengembangan terma bagi matriks α_m dan bendasing α_i .

Presence of inclusions in ceramic bodies could bring negative effects to the mechanical properties. Discuss the effect of differences in thermal expansion coefficient of the matrix (α_m) and the inclusion (α_i).

(30 markah/marks)

- [c] Satu set sampel alumina tersinter menunjukkan nilai kekuatan patah (MPa) berikut:

A set of alumina ceramics showed the fracture strength values (MPa) as follows:

320 332 334 345 298 280 272 313 298 256

305 311 351 290 298 322 340 292 288 321

Tentukan nilai purata kekuatan patah alumina tersebut. Tentukan nilai modulus Weibull, m . Komen keputusan yang anda perolehi.

Determine the average strength. Also determine the Weibull's modulus, m , of the alumina. Comment on the results obtained.

(40 markah/marks)

7. Bincangkan DUA (2) topik berikut:

Discuss 2 (TWO) of the following topics:

- [a] Pemrosesan SiC tersinter (SSC), pembentukan mikrostruktur dan sifat-sifat terbentuk.

Processing of Sintered SiC (SSC), microstructure development and properties developed.

(50 markah/marks)

- [b] Pemrosesan SiC ikatan tindakbalas (REFEL SiC), pembentukan mikrostruktur dan sifat-sifat terbentuk

Processing of Reaction bonded SiC (REFEL SiC), microstructure development and properties developed.

(50 markah/marks)

- [c] Si_3N_4 tekan panas (HPSN) dan mekanisme mendapan larutan (solution precipitation) yang terlibat dalam pembentukan mikrostruktur serta sifat akhirnya.

Hot pressed Si_3N_4 (HPSN) and the solution precipitation involved in microstructural formation and properties developed.

(50 markah/marks)

8. Bincangkan 2 kaedah sintesis penghasilan oksida seramik nanostruktur yang diketahui oleh anda. Bagaimana sifat-sifat fizikal dan mekanikal yang terhasil bagi seramik oksida nanostruktur dibanding dengan sifat pukal oksida tersebut.

Discuss 2 synthesis method in forming nanostructured oxide ceramics known to you. How are the physical and mechanical properties of these nanostructure oxide ceramics as compared to the same bulk oxides.

(100 markah/marks)