

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). List and explain the **THREE** trends that have driven the development semiconductor industry.

*Senaraikan dan terangkan **TIGA** trend yang telah mendorong kepada perkembangan industri semikonduktor.*

(10 marks/markah)

- (b). (i). Sketch and describe viscous flow and molecular flow in the vacuum generation process.

*Lakar dan terangkan aliran likat dan aliran molekul dalam proses penjanaan vakum.*

(4 marks/markah)

- (ii). Which type of gas flow likely to be achieved in a vacuum chamber when the pressure is  $< 1 \times 10^{-8}$  Torr?

*Apakah jenis aliran gas yang mungkin dicapai apabila kebuk vakum mempunyai tekanan  $< 1 \times 10^{-8}$  Torr?*

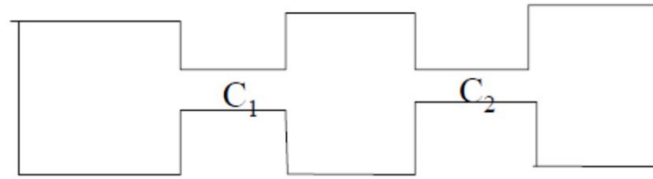
(2 marks/markah)

- (c). Calculate the total conductance for vacuum chamber setup as shown in Figure 1. Given  $C_1 = 5 \times 10^{-5}$  Torr<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> and  $C_2 = 1.5 \times 10^{-5}$  Torr<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>.

*Kirakan jumlah kekonduksian bagi kebuk vakum seperti yang ditunjukkan di Rajah 1. Diberi  $C_1 = 5 \times 10^{-5}$  Torr<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> dan  $C_2 = 1.5 \times 10^{-5}$  Torr<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>.*

...3/-

(a)



(b)

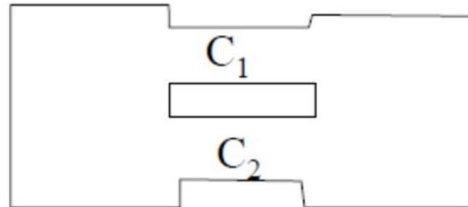


Figure 1 Vacuum system setup in (a) series and (b) parallel.

*Rajah 1 Pemasangan sistem vakum dalam (a) siri dan (b) selari.*

(4 marks/markah)

...4/-

**PART B / BAHAGIAN B**

- (2). (a). Clean rooms are widely used in the semiconductor industry, pharmacy and others.

*Bilik bersih banyak digunakan di dalam industri semikonduktor, farmasi dan lain-lain.*

- (i). Briefly describe what is a clean room?

*Secara ringkas terangkan apakah bilik bersih?*

(2 marks/markah)

- (ii). The main purpose of the use of clean room is to control contamination during semiconductor device fabrication processing. Describe **FIVE** important features of the clean rooms

*Tujuan utama penggunaan bilik bersih ialah untuk mengawal pencemaran. Semasa pemprosesan fabrikasi peranti semikonduktor. Huraikan **LIMA** ciri-ciri penting bilik bersih*

(10 marks/markah)

- (b). Wafer cleaning are essential at all stages of the fabrication process. Wafer surfaces have four general types of contamination as follow:

*Pencucian wafer adalah penting bagi setiap peringkat dalam proses fabrikasi. Terdapat empat jenis pencemaran di atas permukaan wafer seperti berikut:*

- (i). Particulates

*Praktikal*

...5/-

(ii). Inorganic residues  
*Sisa tak organik*

(iii). Organic residues  
*Sisa organik*

(iv). Unwanted oxide layer  
*Lapisan oksida yang tidak dikehendaki*

Choose a suitable chemical and cleaning method to remove each of the types of contamination above on wafer surface.

*Pilih bahan kimia dan kaedah pencucian yang sesuai untuk membuang setiap jenis pencemaran di atas permukaan wafer.*

(8 marks/markah)

(3). (a). With the help of schematic diagram, explain the purpose of following process in wafer manufacturing:

*Dengan bantuan gambarajah skematik, terangkan tujuan proses-proses di dalam pembuatan wafer.*

(i). Wafer backside processing  
*Proses pelelasan bahagian belakang wafer*

(ii). Wafer edge grinding  
*Proses pengisar tepi*

(6 marks/markah)

(b). Sketch a diagram of the following oxidation proses:

*Lakarkan gambarajah proses-proses pengoksidaan berikut:*

(i). Thermal oxidation  
*Pengoksidaan terma*

...6/-

- (ii). High pressure oxidation  
*Pengoksidaan tekanan tinggi*

Describe the principle and give ONE uses of each oxidation above.  
*Terangkan prinsip dan beri SATU kegunaan bagi proses-proses pengoksidaan di atas.*

(4 marks/markah)

- (c). (i). Calculate time taken to grow 100 nm of SiO<sub>2</sub> in **wet** oxygen at 1000°C silicon. (Given  $A=0.165 \mu\text{m}$ ,  $B=0.0117 \mu\text{m}^2/\text{hr}$ ,  $\tau=0$ )

*Kirakan berapa masa yang diperlukan bagi menumbuhkan 100 nm SiO<sub>2</sub> di dalam oksigen basah pada 1000°C silikon. (Diberi  $A=0.165 \mu\text{m}$ ,  $B=0.0117 \mu\text{m}^2/\text{hr}$ ,  $\tau=0$ ).*

(5 marks/markah)

- (ii). Calculate time taken to grow 100 nm of SiO<sub>2</sub> in **dry** oxygen at 1000°C silicon. (Given  $A=0.226 \mu\text{m}$ ,  $B=0.287 \mu\text{m}^2/\text{hr}$ ,  $\tau=0$ )

*Kirakan berapa masa yang diperlukan bagi menumbuhkan SiO<sub>2</sub> di dalam oksigen kering pada 1000°C silikon. (Diberikan  $A=0.226 \mu\text{m}$ ,  $B=0.287 \mu\text{m}^2/\text{hr}$ ,  $\tau=0$ ).*

(5 marks/markah)

- (4). (a). Explain TWO differences between a pre-deposition and for a drive-in thermal diffusion process.

*Terangkan DUA perbezaan diantara pra-pemendapan dan pacu masuk semasa process resapan terma.*

(4 marks/markah)

- (b). (i). Calculate the junction depth ( $X_j$ ) and total amount of dopant introduced ( $Q$ ) after boron pre-deposition performed at 950°C for 30 minutes. Assume the substrate is n-type silicon with  $C_B=1.8 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ ,  $E_A=3.46 \text{ eV}$ ,  $D_o=0.76 \text{ cm}^2/\text{sec}$  (Graph of Gaussian and complementary error function given in Appendix A)

*Kirakan kedalaman simpang ( $X_j$ ) dan jumlah atom pendop yang dimasukkan selepas pra-pemendapan boron pada 950°C selama 30 minit. Anggapkan substrat adalah wafer silikon jenis-n dengan  $C_B=1.8 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ ,  $E_A=3.46 \text{ eV}$ ,  $D_o=0.76 \text{ cm}^2/\text{sec}$*

*(Graf Gaussial dan profil fungsi ralat pelengkap diberikan dalam Apendix A)*

(6 marks/markah)

- (ii). If the sample in question 4. (i) is subjected to drive-in process at 1050°C for 60 minutes, calculate the diffusion profile (4 value) and junction depth. Use the diffusion profile and plot a graph of versus depth dopant concentration

*Jika sampel dalam soalan 4. (i) dilalukan proses pandu-masuk pada suhu 1050°C selama 60 minit, kirakan profil resapan (4 nilai) dan kedalaman simpang. Dengan menggunakan data profil resapan, plotkan graf melawan kedalaman kepekatan dopan.*

(10 marks/markah)

...8/-

**PART C / BAHAGIAN C**

- (5). (a). (i). Sketch and elucidate the evaporation process based on electron beam heating technique to deposit Pt thin film on silicon wafer.

*Lakar dan jelaskan proses pengewapan menggunakan teknik pemanasan berasaskan aluran elektron untuk endapan lapisan nipis Pt di atas wafer silikon.*

(6 marks/markah)

- (ii). As compared to resistive heating, why evaporator based on electron beam heating is capable of depositing ceramic materials such as  $ZrO_2$ ?

*Jika dibandingkan dengan pemanasan kerintangan, mengapa pengewap yang menggunakan teknik pemanasan berasaskan aluran elektron dapat mengendap bahan seramik seperti  $ZrO_2$ ?*

(2 marks/markah)

- (iii). Sketch and describe ONE of the common limitation of evaporation technique in thin film deposition.

*Lakar dan terangkan SATU halangan lazim teknik pengewapan dalam pegenapan lapisan nipis.*

(2 marks/markah)

- (b). (i). Sketch a MOSFET structure. Name and label the use of low-k dielectric and high-k dielectric material in the MOSFET.

...9/-

*Lakarkan struktur MOSFET. Nama dan label penggunaan bahan dielektrik k-rendah dan dielektrik k-tinggi dalam MOSFET tersebut.*

(6 marks/markah)

- (ii). What are the purposes of using low-k dielectric and high-k dielectric material in the fabrication of MOSFET?

*Apakah tujuan penggunaan bahan dielektrik k-rendah dan dielektrik k-tinggi dalam fabrikasi MOSFET ini?*

(4 marks/markah)

- (6). (a). List down FOUR functions of packages in IC packaging.

*Senarikan EMPAT fungsi bungkusan dalam pembungkusan IC.*

(4 marks/markah)

- (b). Sketch and discuss TWO common failure modes of semiconductor packaging using Wire Bonding Technology. What are the characterization techniques can be used to identify the failure modes that you proposed?

*Lakar dan bincangkan DUA mod kegagalan biasa bagi pembungkusan semikonduktor yang menggunakan Teknologi Pengikatan Wayar. Apakah teknik-teknik pencirian yang boleh digunakan untuk mengenalpasti mod kegagalan yang dicadangkan tersebut?*

(8 marks/markah)

- (c). Sketch one example of Multichips Packages. Why it is getting important in semiconductor packaging industry?

...10/-



*Lakarkan satu contoh Bungkusan Berbilang Die. Kenapa ia semakin penting dalam sektor pembungkusan semikonduktor?*

*(4 marks/markah)*

- (d). Given the yields of main processes in semiconductor packaging factory are as follows: wafer thinning and die preparation – 98.7%, die attachment – 99.8%, wire bonding – 98.9%, encapsulation – 90.1% and singulation – 99.9%. What is the overall yield for packaging process?

*Diberikan pengeluaran bagi proses utama dalam kilang pembungkusan semikonduktor adalah seperti berikut: penipisan wafer dan persediaan die – 98.7%, die attachment – 99.8%, wire bonding – 98.9%, encapsulation – 90.1% and singulation – 99.9%. Apakah hasil pengeluaran keseluruhan dalam proses pembungkusan ini?*

*(4 marks/markah)*

- (7). (a). Fabrication of IC involves thousands of steps. With the help of examples, discuss in details FOUR main factors that could contribute to the yield drop during semiconductor fabrication processes.

*Pembuatan IC melibatkan beribu-ribu langkah. Dengan menggunakan contoh yang bersesuaian, bincangkan terperinci EMPAT faktor yang mengakibatkan pengeluaran menurun semasa proses fabrikasi semikonduktor.*

*(8 marks/markah)*

...11/-

- (b). Development of technology for mass production of devices based on 5 nm technology node is a challenging task for many IC factories.

*Pembangunan teknologi bagi pengeluaran secara besar-besaran peranti berasaskan nod teknologi 5 nm adalah cabaran bagi kebanyakan kilang-kilang pembuatan IC.*

- (i). List TWO advantages of using 5 nm technology node.  
*Senaraikan DUA kebaikan menggunakan nod teknologi 5 nm.*  
(2 marks/markah)

- (ii). Describe TWO challenges of IC fabrication using 5 nm technology node.

*Bincangkan DUA cabaran fabrikasi IC menggunakan nod teknologi 5 nm.*

(4 marks/markah)

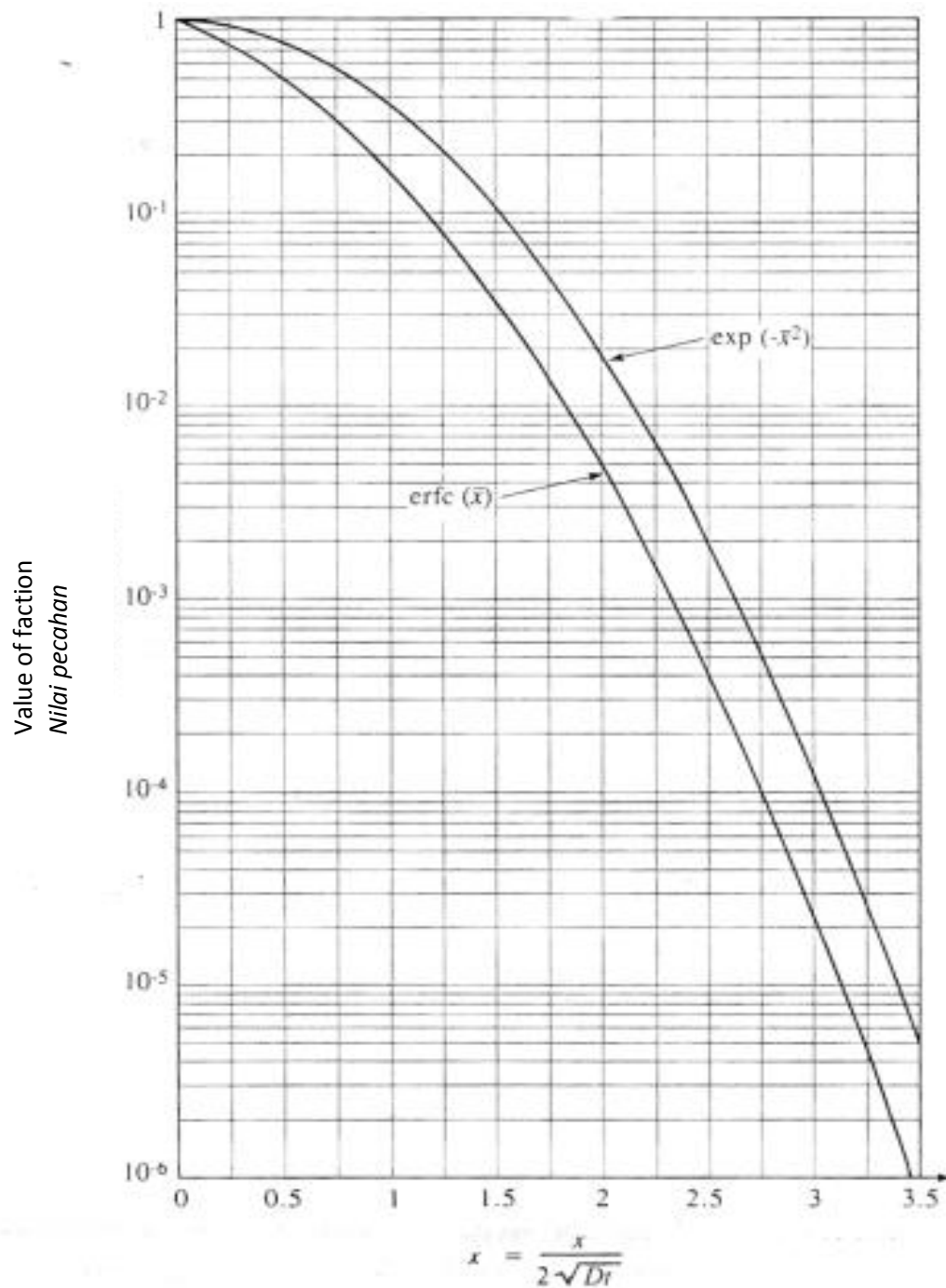
- (c). Sketch two examples of process control modules (PCMs) which fabricated on wafer. Describe the TWO purposes of PCMs.

*Lakarkan dua contoh module kawalan proses (PCMs) yang dibina di wafer. Jelaskan DUA tujuan PCMs.*

(6 marks/markah)

–oooOooo –

## APPENDIX A



Normalized distance from surface, x

Jarak normal dari permukaan, x

Graph 1: Graph of Gaussian and Complementary error function profile  
Graf Gaussion dan profil fungsi ralat pelengkap.