
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2013/2014 Academic Session

JUNE 2014

EPE 442– Advanced Semiconductor Manufacturing Technology
[Teknologi Pembuatan Semikonduktor Termaju]

Duration: 3 hours
Masa: 3 jam

Please check that this paper contains **EIGHT** printed pages and **SIX** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN** mukasurat dan **ENAM** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

INSTRUCTIONS: Answer any **FIVE (5)** questions only.

ARAHAN : *Jawab mana-mana LIMA (5) soalan sahaja.*

Answer questions in **English** OR **Bahasa Malaysia**.

*[Jawab soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia**.]*

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan bagi setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

- Q1. [a] Describe the processes involved in “from sand to wafer” related to the silicon semiconductor manufacturing technology by selecting an appropriate technology for each process.**

Huraikan proses-proses yang terlibat di dalam “dari pasir ke wafer” berkenaan teknologi pembuatan semikonduktor silikon dengan memilih teknologi yang sesuai bagi setiap proses.

(40 marks/markah)

- [b] Briefly explain the major process steps in fabricating an array of identical device on a wafer.**

Terangkan secara ringkas proses-proses utama yang terlibat di dalam proses memasang siap pelbagai peranti serupa di atas sebuah wafer.

(30 marks/markah)

- [c] Semiconductor industry requires huge capital investments but economically still going strong even in uncertain economic situation. Please comment on the factors to this trend.**

Industri semikonduktor memerlukan pelaburan modal yang besar tetapi dari sudut ekonomi ia masih terus kukuh walaupun dalam keadaan ekonomi yang tidak menentu. Sila berikan komen tentang faktor-faktor kepada trend ini.

(30 marks/markah)

- 2. [a] Define the threshold voltage for transistor with suitable equation. Explain with an appropriate equation on how to control the value of the threshold voltage for the transistor.**

Tentukan voltan ambang untuk transistor dengan persamaan yang sesuai. Terangkan dengan satu persamaan yang sesuai bagaimana untuk mengawal nilai voltan ambang untuk transistor.

(20 marks/markah)

[b] Please refer to Figure Q2[b]

Sila rujuk Gambarajah S2[b]

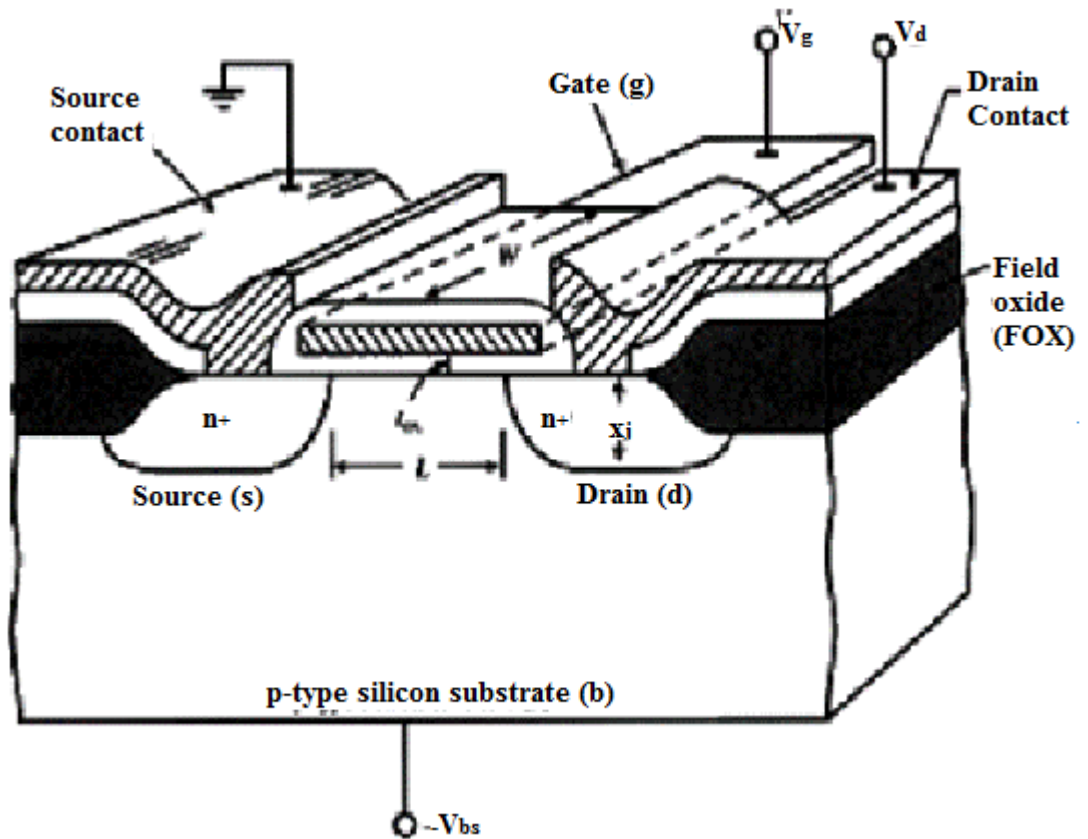


Figure Q2[b]
Rajah S2[b]

- (i) Sketch the bandgap energy for this type of silicon substrate. State the type of the transistor

Lakarkan tenaga sela jalur untuk jenis substrat silikon tersebut. Nyatakan jenis transistor.

(15 marks/markah)

- (ii) Explain the mechanism of ion movement between interface oxide layer and silicon substrate when $0 \leq V_{GS} \leq V_{th}$ with an appropriate cross sectional structure of the transistor. (V_{GS} is the gate voltage)

Terangkan mekanisme pergerakan ion antara muka lapisan oksida dan substrat silikon apabila $0 \leq V_{GS} \leq V_{th}$ dengan struktur yang sesuai keratan rentas transistor. (V_{GS} adalah voltan get)

(40 marks/markah)

- (iii) By referring to answer (ii), state an appropriate relationship equation between region charge density Q_{BO} with Fermi potential Φ_{FP} . Explain the condition of surface potential and Fermi potential when the transistor is in conduction mode.

Dengan merujuk pada jawapan (ii), nyatakan persamaan hubungan yang sesuai antara kepadatan cas kawasan Q_{BO} dengan Fermi potensi Φ_{FP} . Terangkan keadaan potensi permukaan dan potensi Fermi apabila transistor berada dalam mod pengaliran.

(25 marks/markah)

- Q3. [a] Photolithography is widely used in the integrated circuits (IC) manufacturing. Thus, explain the system of lithography.

Fotolitografi digunakan secara meluas dalam pembuatan litar bersepadu (IC). Oleh itu, terangkan sistem litografi.

(20 marks/markah)

- [b] Refer to Figure Q3[b]

Rujuk gambarajah S3[b]

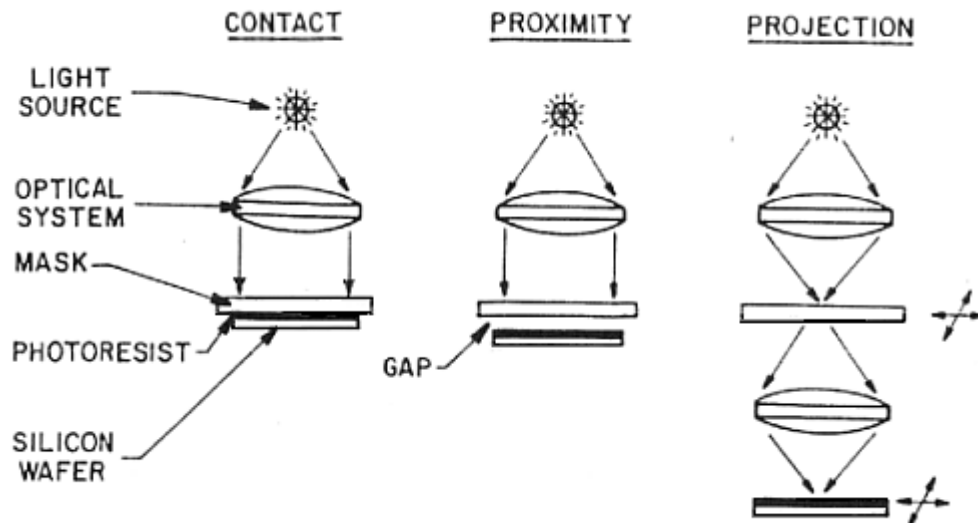


Figure Q3[b]
Rajah S3[b]

- (i) State the type and resolution limit of system photolithography (a), (b) and (c).

Nyatakan jenis dan had resolusi untuk setiap sistem litografi (a), (b) dan (c).

(20 marks/markah)

(ii) Give ONE (1) advantage of photolithography system (c).

Berikan SATU (1) kelebihan sistem litografi (c).

(15 marks/markah)

[c] Generally, two types of photoresist used in the lithography process for patterning process. Define the photoresist with explanation for both types of photoresist.

Secara amnya, dua jenis fotoreซิส digunakan dalam proses litografi untuk proses corak. Huraikan fotoreซิส dengan penjelasan untuk kedua-dua jenis fotoreซิส tersebut.

(15 marks/markah)

[d] Calculate the resolution and depth of focus of a state-of-the-art excimer laser stepper using a KrF light source ($\lambda=248\text{nm}$) with a NA = 0.6. Assume K_1 and K_2 are 0.75 and 0.5, respectively.

Kirakan resolusi dan kedalaman fokus stepper termaju laser eksimer menggunakan sumber cahaya K_{RF} ($\lambda = 248\text{nm}$) dengan NA = 0.6. Andaikan K_1 dan K_2 masing masing 0.75 dan 0.5.

(30 marks/markah)

Q4. [a] Define anisotropic etching and isotropic etching with an appropriate cross sectional structure diagram.

Terangkan punaran anisotropik dan punaran isotropik dengan gambarajah keratan rentas struktur yang sesuai.

(10 marks/markah)

[b] Explain the mechanism of reactive ion etching (RIE) in order to etch the silicon dioxide layer. In your explanation suggest the suitable gas and etching parameter to etch the silicon dioxide layer.

Terangkan mekanisma punaran ion reaktif (RIE) untuk memutar lapisan silikon dioksida. Di dalam penerangan anda cadangkan gas dan parameter punaran yang sesuai untuk memutar lapisan silikon dioksida.

(25 marks/markah)

[c] Refer to answer (b), give ONE (1) comparison between RIE etching in question (b) and wet etching.

Dengan merujuk jawapan (b), berikan SATU (1) perbezaan antara punaran RIE di soalan (b) dan punaran basah.

(20 marks/markah)

[d] Refer to Figure Q4[d]

Rujuk Gambarajah S4[d]

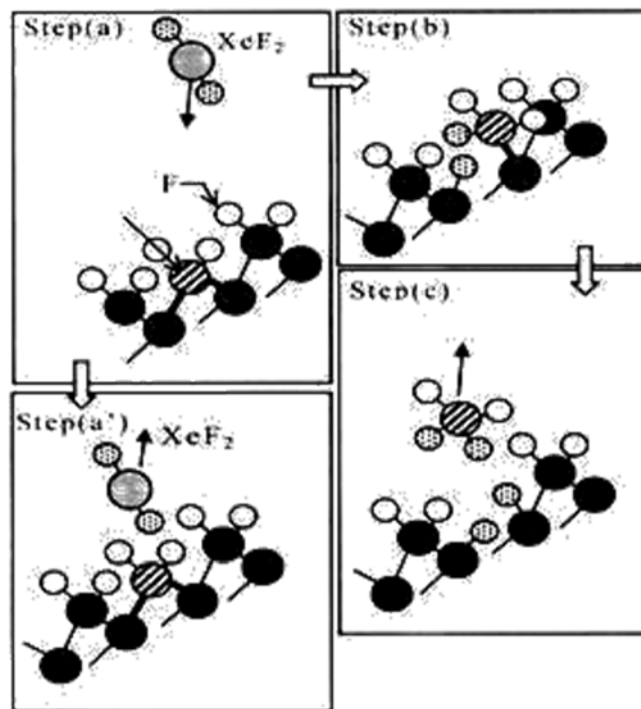


Figure Q4[d]
Rajah S4[d]

- (i) Explain the working mechanism for plasmaless etching method in Figure Q4[d]. In explanation, show the chemical reaction for Xenon Difluoride (XeF_2) and suitable etching layer for this method.

Terangkan mekanisma operasi untuk cara punaran di dalam Gambarajah S4[d] tanpa menggunakan plasma. Di dalam penerangan tersebut tunjukkan tindakbalas kimia untuk Xenon Difluoride dan lapisan yang sesuai untuk proses punaran tersebut..

(25 marks/markah)

- (ii) Define the etching selectivity. What is selectivity between etching layer and SiO_2 layer for etching process in Figure Q4[d].

Terangkan punaran pemilihan. Apakah pemilihan antara lapisan punaran dengan lapisan SiO_2 di dalam proses punaran di dalam gambarajah S4[d].

(20 marks/markah)

- Q5. [a] You coated a thin film of a photoresist onto a wafer using a spin coater. As a result, you obtained a thin layer of the photoresist but with rings of colours on the photoresist surface. Could you explain why?**

Anda menyalut filem nipis polimer fotoresis ke wafer menggunakan penyalut putaran. Sebagai hasilnya, anda memperolehi lapisan nipis fotoresis tetapi dengan gelang warna pada permukaan fotoresis itu. Bolehkah anda jelaskan mengapa?

(30 marks/markah)

- [b] Figure Q5[b] shows an SEM image of silicon trenches coated with 300 nm of Alumina. Could you explain on how to obtain this type of coating?**

Gambarajah S5[b] menunjukkan imej SEM parit silikon bersalut dengan 300 nm Alumina. Bolehkah anda terangkan bagaimana untuk mendapatkan jenis salutan sebegini?

(40 marks/markah)

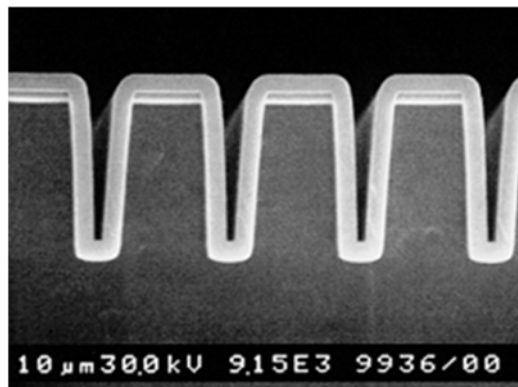


Figure Q5[b]
Gambarajah S5[b]

- [c] Describe on how to create a PN junction on a P type silicon substrate.**

Terangkan bagaimana untuk membuat satu simpang PN di atas substrat silikon jenis P.

(30 marks/markah)

- Q6. [a] Refer to Figure Q6[a]. Identify the type of package of this electronic component and briefly describe the processes involved in the manufacturing of this package.**

Rujuk Gambarajah S6[a]. Kenal pasti jenis pakej komponen elektronik ini dan terangkan secara ringkas proses yang terlibat dalam pembuatan pakej ini. .

(60 marks/markah)

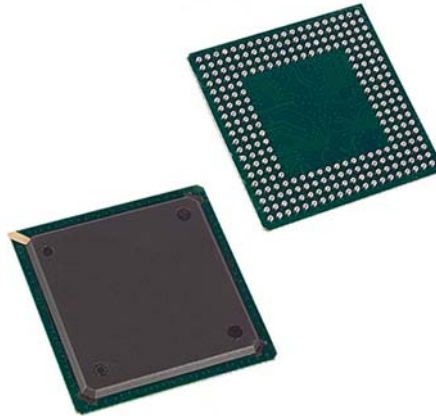


Figure Q6[a]
Rajah S6[a]

- [b] If the package in Figure Q6 [a] is a component of a system board, how will you mount this package onto a printed circuit board (PCB) of a system board? Please discuss.**

Pakej dalam Gambarajah S6[a] adalah komponen papan sistem, bagaimana akan anda pasang pakej ini ke papan litar bercetak sistem tersebut? Sila bincangkan.

(40 marks/markah)

-oooOOOooo-