

**LAMPIRAN D3**



**PENYEMAKAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN**

(Proof-reading of Examination Question Paper)

Untuk kegunaan pejabat Seksyen Peperiksaan & Pengijazahan	
Nombor Sampul	
Tarikh Peperiksaan	
Sesi Peperiksaan	PAGI / PETANG

Gunakan satu proforma untuk satu kertas soalan peperiksaan.

( Use separate form for each question paper )

Kepada : Timbalan Pendaftar  
Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan, BPA, Jabatan Pendaftar

**SAYA/KAMI TELAH MENYEMAK SALINAN-SALINAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN BERTAIP YANG DISEBUTKAN DI BAWAH INI :**

[ I/We have checked the typed copies of the Examination Paper stated below :

Kod Kursus : ESB 323 Tajuk Kursus : TEKNOLOGI PABRIKASI SEMIKONDUKTOR  
(Course Code) (Course Title)

Jangka Masa Peperiksaan : 3 Jam (Hours) Bilangan Muka Surat Bertaip : 12 Muka Surat (Pages) Bilangan Soalan Yang Perlu Dijawab : 5 Soalan (Questions)  
(Duration of Examination) (Number of Typed Pages) (Number of questions required to be answered)

Soalan-soalan dijawab atas : (Questions to be answered in)	BUKU JAWAPAN (Answer Book)	OMR (OMR Form)	JAWAB DALAM KERTAS SOALAN (Answer In Question Paper)
Sila (✓) [Please (✓)]			

**DENGAN INI DISAHKAN BAHAWA KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN INI ADALAH TERATUR, BETUL DAN SEDIA UNTUK DICETAK.**

(Certified that this question paper is in order, correct and ready for printing)

Nama Pemeriksa : KHATIJAH ANNA YAACOB Tandatangan : [Signature] Tarikh : 6/11/2017  
[Name of Examiner(s)] (Signature) (Date)  
• Huruf Besar PUNG SWEE YONG  
(in Block Capitals)

Tandatangan dan Cop Rasmi : [Signature] Tarikh : 16.11.17  
**DEKAN/PENGARAH** (Date)  
(Signature and Official Stamp)  
Dean/Director  
PROFESOR DR. ZUHAILAWATI HUSSAIN  
Dekan  
P. Peng. Kej. Bahan & Sumber Mineral  
Kampus Kejuruteraan  
Universiti Sains Malaysia

**NOTA :** Pemeriksa-pemeriksa yang menyediakan kertas soalan peperiksaan adalah bertanggungjawab atas ketepatan isi kandungan kertas soalan peperiksaan berkenaan.

(NOTE : Accuracy of the contents of the question paper is the responsibility of the Examiner(s) who set the question paper)

**SULIT**



First Semester Examination  
2017/2018 Academic Session

January 2018

**EBB 323/3 – Semiconductor Fabrication Technology**  
**[Teknologi Fabrikasi Semikonduktor]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE (12) printed pages and THREE (3) pages APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) muka surat dan TIGA (3) muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

**Instructions** : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **TWO** questions from PART B and **TWO** questions from PART C. All questions carry the same marks.

**[Arahan** : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **DUA** soalan dari BAHAGIAN B dan **DUA** soalan dari BAHAGIAN C. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

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

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

...2/-

**SULIT**

**PART A/ BAHAGIAN A**

1. [a] With a schematic diagram, write on the working principle of a vacuum tube?

*Dengan bantuan gambarajah skematik, tuliskan mengenai prinsip kerja tiub vakum.*

(20 marks/markah)

- [b] The journey towards today's megachips was contributed by reduction in the feature size of individual components. This decrease has been brought about by dramatic increase in interconnection level and wafer size. Write a short notes on multilevel interconnection and increasing wafer size.

*Perjalanan ke arah megacip yang ada pada hari ini adalah sumbangan dari pengecilan saiz ciri komponen individu. Pengurangan saiz ciri disebabkan oleh peningkatan drastik terhadap aras antarasambung dan saiz wafer. Tuliskan nota ringkas bagi multiaras antarasambung dan peningkatan saiz wafer.*

(30 marks/markah)

- [c] (i) Figure 1 shows common deposition process in semiconductor fabrication. Discuss three reasons why most of the deposition process need to be carried out under vacuum condition.

Rajah 1 memaparkan proses-proses pemendapan yang biasa dijumpai dalam fabrikasi semikonduktor. Bincangkan tiga sebab mengapa kebanyakan proses pemendapan ini perlu dijalankan dalam keadaan vakum.

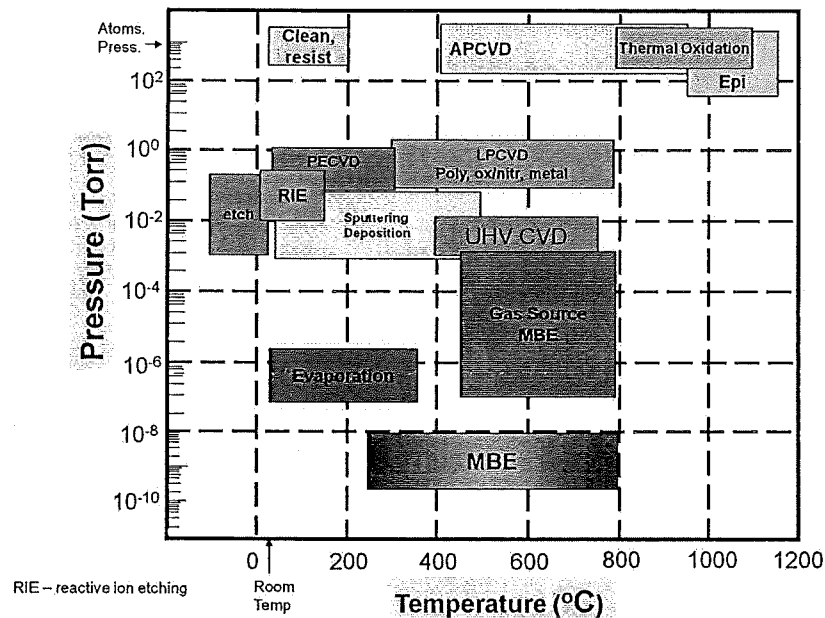


Figure 1: General processes in semiconductor fabrication

Rajah 1: Proses-proses yang umum dalam fabrikasi semikonduktor

(30 marks/markah)

- (ii) Discuss two disadvantages of using rotary vane vacuum pump.

Bincangkan dua kelemahan dengan menggunakan pam vakum ram putar.

(20 marks/markah)

PART B/ BAHAGIAN B

2. [a] With a schematic diagram, explain which growth technique can be used to change

*Dengan batuan gambarajah, terangkan apakah teknik penumbuhan yang sesuai bagi menukarkan*

- (i) polysilicon rod to single crystal ingot

*rod polisilikon kepada jongkong silikon hablur tunggal*

- (ii) polysilicon chunks to single crystal ingot

*ketulan polisilikon kepada jongkong silikon hablur tunggal*

(40 marks/markah)

- [b] (i) After the single crystal ingots were grown and before silicon ingot is submitted to the wafer preparation steps, what are the **THREE** important properties that you need to consider in order to ensure the silicon ingot meet your customer specifications.

*Selepas penumbuhan jongkong silikon hablur tunggal dan sebelum jongkong silikon dihantar bagi langkah pemotongan, apakah **TIGA** ciri-ciri penting yang perlu anda ambil kira bagi memastikan jongkong yang terhasil memenuhi spesifikasi pelanggan.*

(10 marks/markah)

- (ii) Give justification for your answer in question b (i).

*Berikan justifikasi bagi jawapan anda dalam soalan b (i).*

(15 marks/markah)

- (iii) Explain, what type of measurement were used to measure the properties in b (i).

*Terangkan apakah jenis pengukuran yang akan digunakan bagi mengukur ciri dalam b (i).*

*(15 marks/markah)*

- [c] Draw flow diagram of the wafer preparation process starting from ingot.

*Lukiskan gambarajah aliran bagi proses penyediaan wafer dari jongsong.*

*(20 marks/markah)*

3. [a] List **FIVE** major classes of contamination in semiconductor industry.

*Senaraikan **LIMA** kelas pencemaran didalam industri semikonduktor.*

*(10 marks/markah)*

- [b] Discuss **THREE** major effects of contamination on semiconductor devices and processing.

*Bincangkan **TIGA** kesan utama pencemaran terhadap peranti dan proses semikonduktor.*

*(30 marks/markah)*

- [c] (i) Illustrate and briefly explain the air flow in vertical laminar flow (VLF) workstation.

*Ilustrasikan and terangkan secara ringkas pengaliran udara didalam station kerja aliran lamina secara tegak.*

- (ii) How to design the VLF workstation, if the workstation will be used for wet chemical processing.

*Bagaimanakah untuk merekabentuk station kerja VLF, jika station kerja akan digunakan untuk proses kimia basah.*

(30 marks/markah)

- [d] (i) Name **THREE** undesired contamination in normal water.

*Namakan **TIGA** pencemaran yang tidak dikehendaki didalam air biasa.*

- (ii) Name **THREE** contamination from human and explain how to avoid this contamination from entering the fabrication area in semiconductor factory.

*Namakan **TIGA** pencemaran yang dihasilkan dari manusia dan terangkan bagaimanakah cara untuk mengelakan cemaran ini masuk ke dalam kawasan fabrikasi.*

(30 marks/markah)

4. [a] Identify and explain, which oxidation process and oxidant sources are suitable to grow:

*Kenal pasti dan terangkan, proses pengoksidaan dan sumber bahan pengoksidaan manakah yang sesuai bagi menumbuhkan:*

- (i) Gate oxides with thickness of 500 Å  
*Oksida get dengan ketebalan 500 Å*
- (ii) Field oxide with thickness of 5,000 Å  
*Oksida medan dengan ketebalan 5,000 Å*

(30 marks/markah)

...7/-

- [b] Discuss on the chemical vapor deposition technique of silicon epitaxy layer by using silicon tetrachloride sources ( $\text{SiCl}_4$ ) as silicon sources.

*Bincangkan teknik pemendapan wap kimia bagi lapisan epitaksi silikon yang menggunakan sumber silikon dari silikon tetraklorida ( $\text{SiCl}_4$ ).*

(30 marks/markah)

- [c] A boron diffusion is used to form the base region of an npn transistor in a  $0.18 \Omega\text{cm}$  n-type silicon wafer. A solid solubility limited boron pre-deposition is performed at  $900^\circ\text{C}$  for 15 min followed by 5 hours drive-in at  $1100^\circ\text{C}$ . Calculate the surface concentration ( $C_s$ ) and junction depth ( $X_j$ ).

*Resapan boron digunakan bagi membentuk kawasan tapak transistor-npn didalam wafer jenis-n berkerintangan  $0.18 \Omega \text{ cm}$ . Had keterlarutan bagi boron semasa pre-pemendapan pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 15 min, kemudian diikuti oleh proses pacu-masuk pada  $1100^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Kirakan kepekatan permukaan ( $C_s$ ) dan kedalaman simpangan ( $X_j$ )*

- (i) following the pre-deposition step

*selepas langkah pre-pemendapan*

- (ii) following the drive-in step

*selepas langkah pacu masuk*

(Given diffusion coefficient at  $900^\circ\text{C}=1.45 \times 10^{-15} \text{ cm}^2/\text{s}$  and at  $1100^\circ\text{C} = 2.96 \times 10^{-13} \text{ cm}^2/\text{s}$ )

(Diberikan pemalar resapan pada  $900^\circ\text{C}=1.45 \times 10^{-15} \text{ cm}^2/\text{s}$  dan pada  $1100^\circ\text{C} = 2.96 \times 10^{-13} \text{ cm}^2/\text{s}$ )

(40 marks/markah)

...8/-



PART C/ BAHAGIAN C

5. [a] Depending on the energy of the ions, four possible mechanisms could be occurred when these ions strike on a substrate surface.

*Bergantung pada tenaga ions, empat mekanisma yang mungkin berlaku apabila ions tersebut menghentam pada permukaan bahan.*

- (i) ions with very low energy,

*ion-ion dengan tenaga yang amat rendah,*

- (ii) ions with energy  $< 10$  eV,

*ion-ion dengan tenaga  $< 10$  eV,*

- (iii) ions with energy in the range of 10 eV to 10 keV, and

*ion-ion dengan tenaga dalam lingkungan 10 eV to 10 keV, dan*

- (iv) ions with energy  $> 10$  keV.

*ion-ion dengan tenaga  $> 10$  keV.*

Discuss these mechanisms and how it applies in semiconductor fabrication processes.

*Bincangkan mekanisma tersebut dan bagaimana ia boleh digunakan dalam proses fabrikasi semikonduktor.*

(50 marks/markah)

- [b] (i) Among PVD, CVD and ALD, which technique is suitable to be used to deposit a 10 nm ZnO thin film on a polycarbonate plastic? Justify your answer.

*Antara PVD, CVD dan ALD, yang mana teknik sesuai digunakan untuk mengendapkan 10 nm salutan ZnO pada plastik polikarbonat. Justifikasikan jawapan anda.*

(15 marks/markah)

- (ii) Sketch and discuss the working mechanism of the technique you have selected in [b] (i).

*Lakar dan bincangkan mekanisma teknik yang anda pilih di bahagian [b] (i).*

(35 marks/markah)

6. [a] Dielectric thin films are important feature in the fabrication of semiconductor devices. Based on their dielectric constants ( $k$ ), these materials are categorized as low- $k$  dielectric materials and high- $k$  dielectric materials.

*Lapisan nipis dielektrik adalah lapisan yang penting dalam fabrikasi peranti semikonduktor. Berdasarkan pemalar dielektrik ( $k$ ), bahan-bahan ini boleh dikategorikan sebagai bahan dielektrik  $k$ -rendah dan  $k$ -tinggi.*

- (i) Give an example for each of these low- $k$  and high- $k$  dielectric materials.

*Berikan contoh bagi setiap jenis bahan dielektrik  $k$ -rendah dan  $k$ -tinggi.*

(20 marks/markah)

- (ii) Sketch and discuss the application of each of these dielectric materials in semiconductor devices.

*Lakar dan bincangkan penggunaan bagi setiap jenis bahan dielektrik ini dalam peranti semikonduktor.*

(30 marks/markah)

- [b] (i) What is the minimum feature (resolution) if an aligner have an Numerical Aperture (NA) of 0.5 together with a 325 nm light source? Given  $K_1$  is 0.4.

*Apakah saiz yang minimum (kebezajelasan) jika sebuah penjajar mempunyai NA 0.5 dan sumber cahaya 325 nm? Diberikan  $K_1$  adalah 0.4.*

(20 marks/markah)

- (ii) Figure 2 shows one type of defects commonly seen in photolithograph process as a result of the effect of standing wave. Discuss the formation of this profile on the photoresist. Suggest one approach that we can use to minimize this problem.

*Rajah 2 menunjukkan sejenis kecacatan yang biasa ditemui dalam proses fotolitografik akibat kesan gelombang pegun. Bincangkan pembentukan profil ini pada fotorintang. Cadangkan satu pendekatan yang kita boleh gunakan untuk mengurangkan masalah ini.*

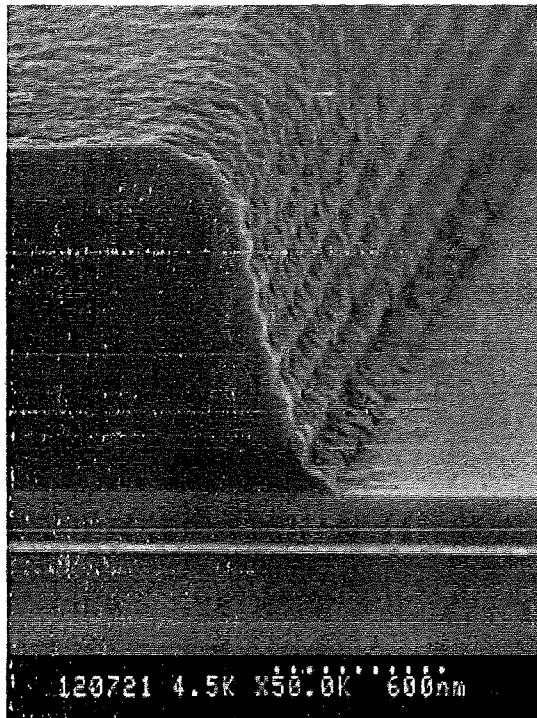


Figure 2: Effect of standing wave on photoresist.

*Rajah 2: Kesan gelombang pegun pada fotorintang.*

(30 marks/markah)

7. [a] (i) Sketch and discuss a Multi-chip Modules (MCM) in semiconductor packaging.

*Lakar dan bincangkan Modul Cip Berbilang (MCB) dalam pembungkusan semikonduktor.*

(20 marks/markah)

- (ii) What are the advantages of having such packaging design?

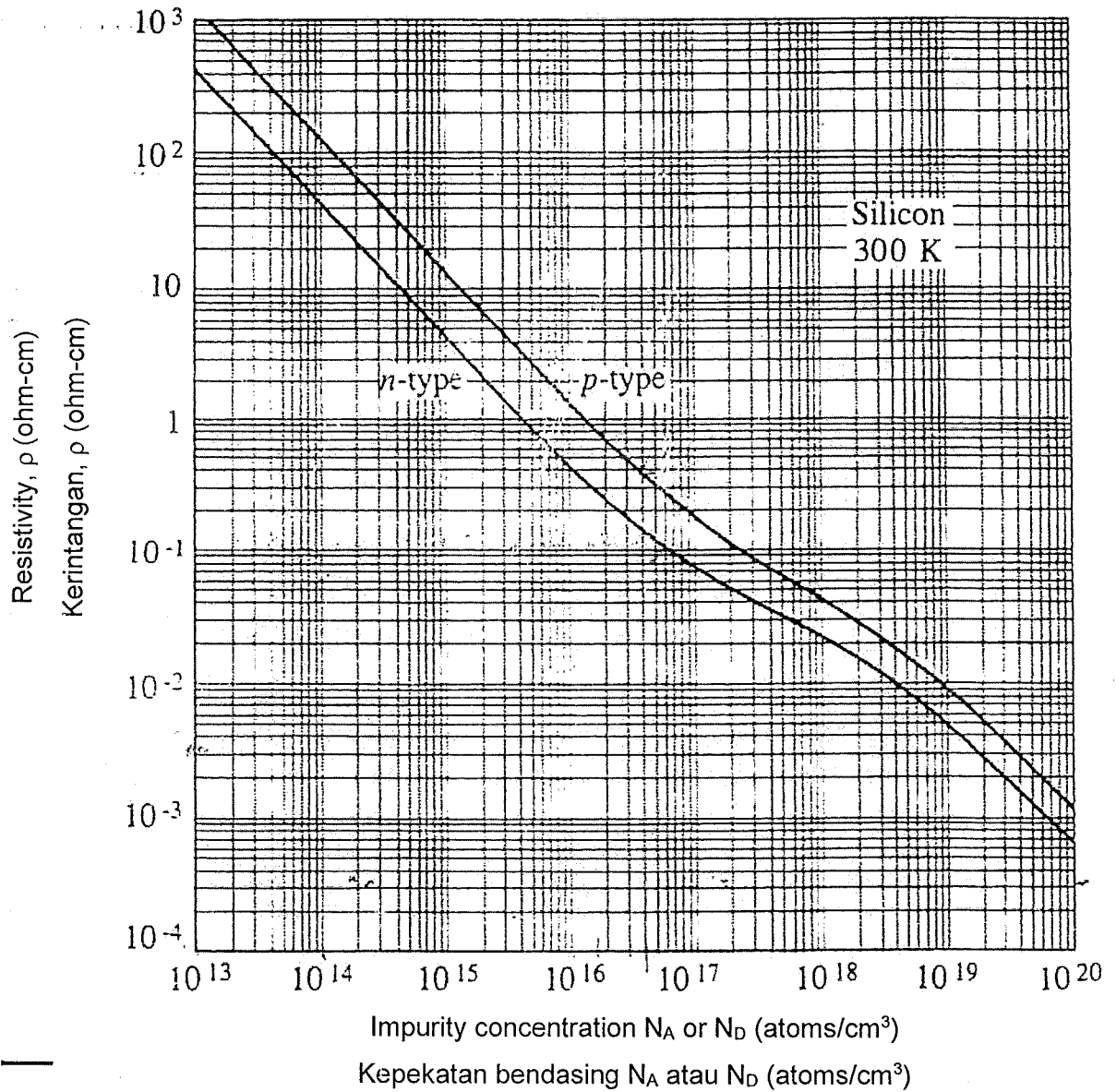
*Apakah kebaikan-kebaikan dengan menggunakan rekabentuk pembungkusan jenis ini?*

(20 marks/markah)

- [b] Sketch and discuss Flip Chip interconnect technology.

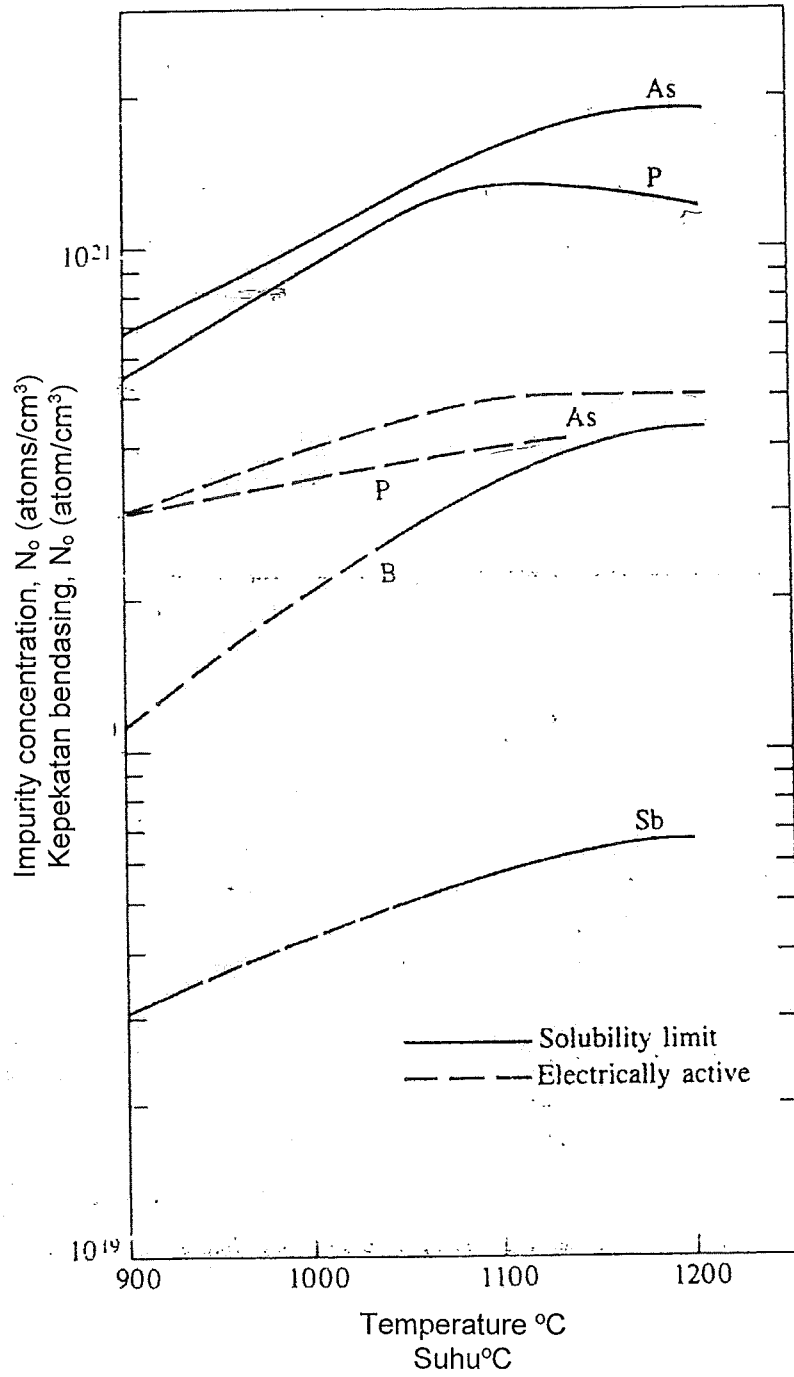
*Lakar dan bincangkan teknologi tersaling hubung cip berbalik.*

(60 marks/markah)

APPENDIX A | APPENDIX A

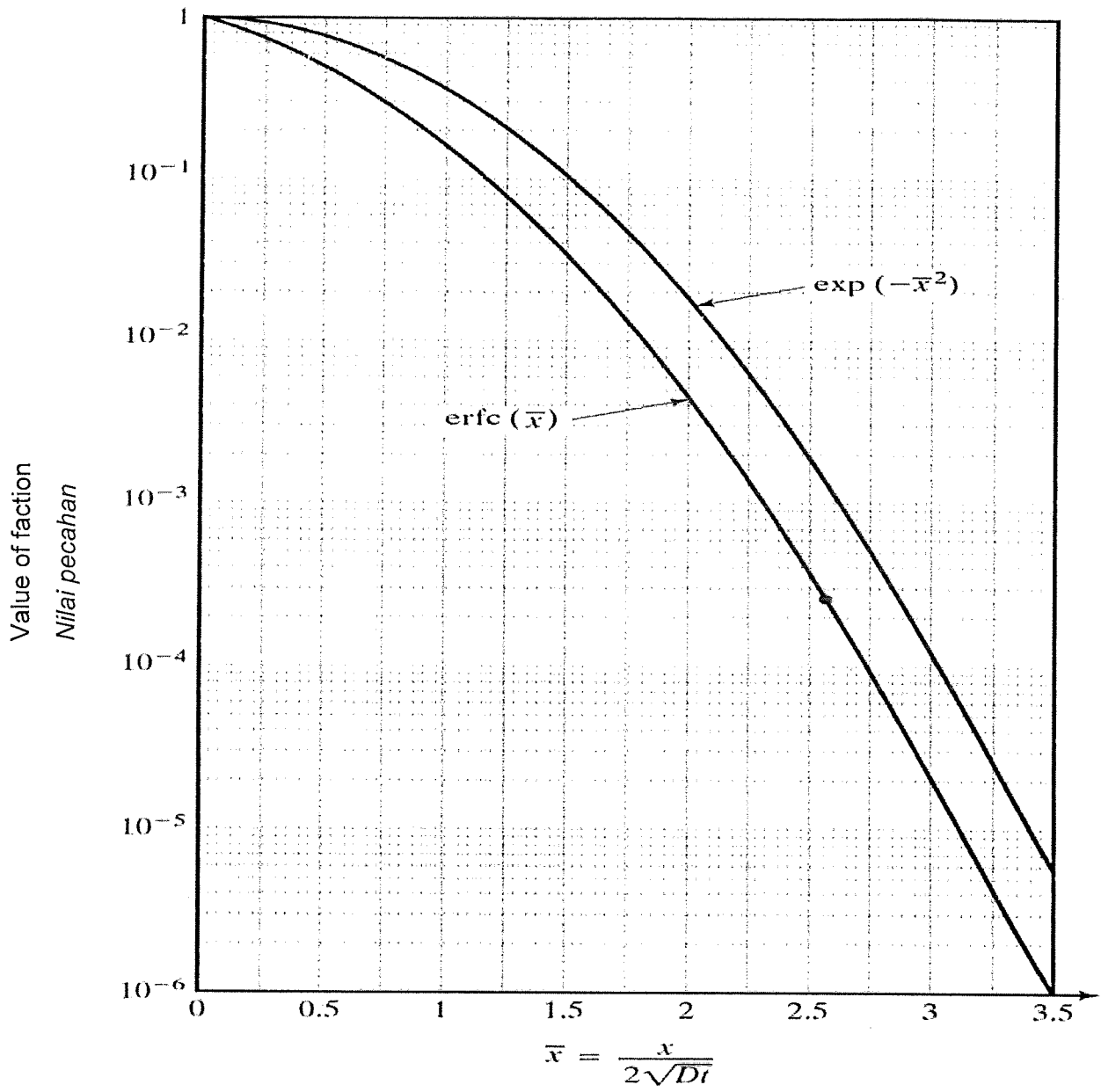
Room-temperature resistivity in n-type and p-type silicon as a function of impurity concentration.

Graf kerintangan bagi silikon jenis-n dan jenis-p sebagai fungsi kepekatan bendasing pada suhu bilik.



The solid-solubility and electrically active impurity-concentration limits in silicon .

Had keterlarutan dan aktif secara elektrik pada kepekatan atom bendasing didalam silikon.



Normalized distance from surface ,  $x$   
Jarak normal dari permukaan ,  $x$

Graph of Gaussian and complementary error function profile.  
Graf Gaussian dan profil fungsi ralat pelengkap.