

目錄

Contents

第一章 半導體特性與 PN 二極體	1-1
※公職類	
單元一 半導體特性	1-3
單元二 PN 二極體	1-7
※國營事業類	
單元一 半導體特性	1-16
單元二 PN 二極體	1-22
第二章 二極體電路分析與應用	2-1
※公職類	
單元一 二極體電路分析	2-3
單元二 二極體應用電路	2-13
★整流電路	2-13
★整流濾波電路	2-22
★截波器	2-28
★倍壓器	2-32
★箝位器	2-35
單元三 稽納二極體	2-40
單元四 特殊二極體	2-45
※國營事業類	
單元一 二極體電路分析	2-47
單元二 二極體應用電路	2-53
★整流電路	2-53
★整流濾波電路	2-58
★截波器	2-61



★倍壓器	2-64
★箝位器	2-66
單元三 稽納二極體	2-67
單元四 特殊二極體	2-76

第三章 雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor , BJT) 3-1

※公職類

單元一 BJT 特性	3-3
單元二 BJT 直流電路分析	3-9
單元三 電流鏡	3-18
單元四 BJT 交流小信號電路分析	3-20
單元五 差動放大器	3-48

※國營事業類

單元一 BJT 特性	3-55
單元二 BJT 直流電路分析	3-65
單元三 電流鏡	3-85
單元四 BJT 交流小信號電路分析	3-87
單元五 差動放大器	3-112

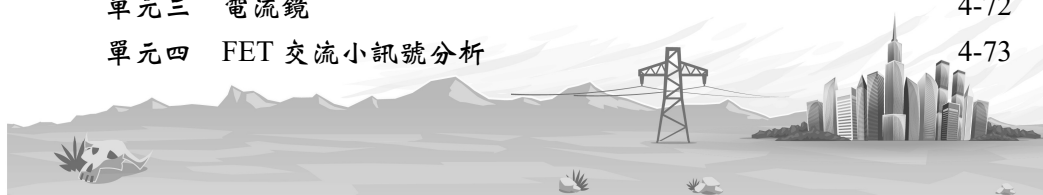
第四章 場效電晶體 (Field-Effect Transistor , FET) 4-1

※公職類

單元一 FET 特性	4-3
單元二 FET 直流電路分析	4-12
單元三 電流鏡	4-23
單元四 FET 交流小訊號分析	4-24
單元五 差動放大器	4-47

※國營事業類

單元一 FET 特性	4-53
單元二 FET 直流電路分析	4-61
單元三 電流鏡	4-72
單元四 FET 交流小訊號分析	4-73



第五章 頻率響應	5-1
※公職類	
單元一 轉移函數分析	5-3
單元二 BJT 頻率響應	5-8
單元三 FET 頻率響應	5-17
※國營事業類	
單元一 轉移函數分析	5-23
單元二 BJT 頻率響應	5-26
單元三 FET 頻率響應	5-28
第六章 回授放大器	6-1
※公職類	
單元一 基本回授放大器結構及特性	6-3
※國營事業類	
單元一 基本回授放大器結構及特性	6-5
單元二 負回授電路分析	6-7
第七章 運算放大器	7-1
※公職類	
單元一 運算放大器理想特性	7-3
單元二 理想運算放大器電路及其應用	7-4
單元三 運算放大器非理想特性	7-24
單元四 CMOS 運算放大器電路	7-28
※國營事業類	
單元一 運算放大器理想特性	7-30
單元二 理想運算放大器電路及其應用	7-33
單元三 運算放大器非理想特性	7-60



第八章 濾波器與弦波振盪器 8-1

※公職類

- 單元一 濾波器 8-3
- 單元二 RC 弦波振盪器 8-12
- 單元三 LC 弦波振盪器 8-16

※國營事業類

- 單元一 濾波器 8-20
- 單元二 RC 弦波振盪器 8-30
- 單元三 LC 弦波振盪器 8-40

第九章 波形產生器 9-1

※公職類

- 單元一 史密特觸發電路 9-3
- 單元二 波形產生器分析 9-7

※國營事業類

- 單元一 史密特觸發電路 9-13
- 單元二 波形產生器分析 9-16
- 單元三 555 計時器 9-21

第十章 功率放大器 10-1

※國營事業類

- 單元一 功率放大器 10-3

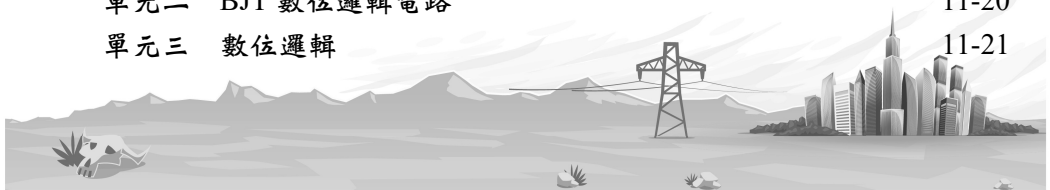
第十一章 數位邏輯電路 11-1

※公職類

- 單元一 金氧半數位邏輯電路 11-3
- 單元二 數位邏輯 11-11
- 單元三 記憶體 11-14

※國營事業類

- 單元一 金氧半數位邏輯電路 11-16
- 單元二 BJT 數位邏輯電路 11-20
- 單元三 數位邏輯 11-21





單元一 半導體特性

1. 將砷 (As) 元素經熱擴散摻進純矽晶體中且取代矽原子，此矽晶體將成為何種摻雜型式半導體？

- (A) 正 (P) 型 (B) 負 (N) 型 (C) 以上皆有可能 (D) 無法確定

【106 鐵佐】

答 A B C D

解 ▶ 於矽中摻入五價雜質原子〔磷 (P)，砷 (As)，銻 (Sb)〕形成 N 型半導體。

2. 在矽單晶體內，加入何種雜質會形成 P 型半導體？

- (A) 碳 (C) (B) 硼 (B) (C) 磷 (P) (D) 鉀 (K)

【104 初等；100 鐵佐】

答 A B C D

解 ▶ 矽中摻入三價雜質原子（硼、鋁、鎵、銦）形成 P 型半導體。

3. P 型半導體材料中，電流傳導的主要載子為：

- (A) 電子 (B) 離子 (C) 電洞 (D) 質子

【104 鐵佐；104 國安五】

答 A B C D

解 ▶ P 型半導體多數載子為電洞，少數載子為電子。

4. 構成半導體載子運動的基本機制為：

- (A) 擴散與漂移 (B) 飽和與雪崩 (C) 空乏與擴散 (D) 溫度與磁場

【104 地五】



1-4

電子學 (大意) 測驗選擇題庫



答案



答 A B C D

解 (1) 漂移 (*Drift*) : 受電場作用造成載子移動。

(2) 擴散 (*Diffusion*) : 由濃度不均勻造成載子流動。

5. 利用下列何種效應可以測出半導體是屬於 *P* 型或 *N* 型?

(A) 光電效應

(B) 霍爾 (*Hall*) 效應(C) 米勒 (*Miller*) 效應

(D) 黑體輻射效應

【104原五】

答 A B C D

解 可利用霍爾 (*Hall*) 效應測出半導體是屬於 *P* 型或 *N* 型。

6. 在一般矽半導體中，電子的移動率 (*Mobility*) 與電洞的移動率，何者較大?

(A) $\mu_n > \mu_p$ (B) $\mu_n < \mu_p$

(C) 兩者約略相等

(D) 視半導體為 *n* 型或 *p* 型而定

【103初等】

答 A B C D

解 $\mu_n = 1500 \text{m}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$; $\mu_p = 500 \text{m}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$

7. 在一矽本質半導體中加入五價的元素，若所加雜質濃度為 $2 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ ，且矽在室溫的本質濃度為 $1.45 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ ，則此半導體在室溫時的電子濃度約為：

(A) $2 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ (B) $2 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ (C) $1.45 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ (D) $1.0 \times 10^5/\text{cm}^3$

【103地五】

答 A B C D

解 $n = N_D = 2 \times 10^{15}/\text{cm}^3$

8. 整塊 *N* 型半導體在熱平衡時之總電荷是呈現：

(A) 負電性

(B) 正電性

(C) 電中性

(D) 視雜質原子之原子序而定

【103原五】

答 A B C D

解 在熱平衡下半導體皆呈電中性。

9. 所謂的本質 (*Intrinsic*) 半導體是指：



- (A)只有受體 (*Acceptors*) 加入
(B)除晶體原子外，沒有摻雜其他雜質
(C)只有施體 (*Donors*) 加入
(D)導電率接近導體的晶體材料

【102 初等】

答 A B C D

解▶本質 (*Intrinsic*) 半導體是沒有摻雜其他元素之純質半導體。

10. 在室溫時，*N* 型或 *P* 型半導體的導電特性與溫度的關係是：
- (A)隨溫度升高，導電特性變好
(B)隨溫度升高，導電特性變差
(C)導電特性不隨溫度變化而改變
(D)視其為 *N* 型或 *P* 型半導體而定

【102 鐵佐】

答 A B C D

解▶外質半導體導電性由多數載子決定，多數載子由摻雜濃度決定與溫度無關，故當溫度越高其移動率 (μ) 越小，則導電性越差。

11. 在負 (*N*) 型半導體材料中，主要的電流傳導載子是：
- (A)離子
(B)電子
(C)電洞
(D)原子 【102 地五】

答 A B C D

解▶*N* 型半導體多數載子為電子，少數載子為電洞。

12. 整塊正 (*P*) 型半導體材料之外在整體電荷表現是呈現：
- (A)正電性
(B)負電性
(C)視雜質原子之原子序而定
(D)電中性 【102 原五】

答 A B C D

解▶在熱平衡下半導體皆呈電中性。

13. 在室溫下，加熱一矽半導體，若測得該矽半導體的導電性隨溫度增高而明顯增大，則可推測該矽半導體最可能是：
- (A) n^+ 型半導體
(B) p^+ 型半導體
(C) 純矽半導體
(D) 無從推測

【102 鐵佐】

答 A B C D

解▶溫度越高本質半導體內導電載子越多，其導電性越佳。

14. 一塊半導體置於均勻磁場 B 中，若有電子流流向正 X 方向，霍爾效應是指半導體中電子會偏往什麼方向？

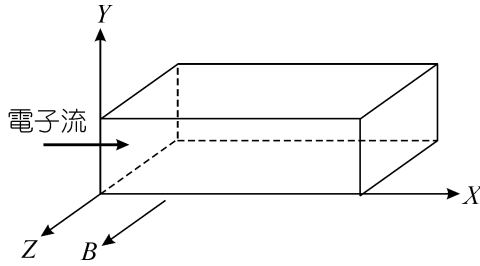


1-6

電子學 (大意) 測驗選擇題庫



答案



- (A) 正 Y (B) 負 Y (C) 正 Z (D) 負 Z 【100. 鐵佐】

答 A B C D

解 ▶ 以佛萊明左手定則，食指為磁場 (B) 方向；中指為電流方向；拇指為電子移動方向，所以電子會偏往正 Y 方向。

15. 矽 (Si) 本質半導體摻雜以下何種元素可以將其轉變成以自由電子為主要導電載子之半導體？

- (A) 磷 (B) 硼 (C) 碳 (D) 鎵 【100. 原五】

答 A B C D

解 ▶ 於矽中摻入五價雜質原子 [磷 (P) , 砷 (As) , 銻 (Sb)] 形成 N 型半導體。

16. 若一矽塊之受體濃度為 $1 \times 10^{15}/cm^3$ ，本質濃度為 $n_i = 1.5 \times 10^{10}/cm^3$ ， $\mu_n = 1500 cm^2/V\text{-sec}$ ， $\mu_p = 475 cm^2/V\text{-sec}$ ，則此一矽塊之導電率約為：

- (A) $7.6 \times 10^{-2} (\Omega\text{-cm})^{-1}$ (B) $2.5 \times 10^{-2} (\Omega\text{-cm})^{-1}$
 (C) $4.8 \times 10^{-2} (\Omega\text{-cm})^{-1}$ (D) $9.3 \times 10^{-2} (\Omega\text{-cm})^{-1}$

【100. 國安五】

答 A B C D

解 ▶ $p = N_A = 1 \times 10^{15}$

$$\begin{aligned} \sigma_p &= pq\mu_p = 1 \times 10^{15} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 475 \\ &= 0.076 = 7.6 \times 10^{-2} (\Omega\text{-cm})^{-1} \end{aligned}$$

☆☆ 答 案 ☆☆

1. (B) 2. (B) 3. (C) 4. (A) 5. (B) 6. (A) 7. (A) 8. (C) 9. (B) 10. (B)
 11. (B) 12. (D) 13. (C) 14. (A) 15. (A) 16. (A)
-



單元二 PN 二極體

1. 若矽二極體在逆向偏壓且在室溫時，飽和電流（Saturation Current）為 I_0 ，已知溫度每變化 1°C ，飽和電流變化約 7%，試問溫度增加 10°C ，飽和電流如何變化？

- (A) 飽和電流約為 $10I_0$ (B) 飽和電流約為 $2I_0$
 (C) 飽和電流約為 $0.5I_0$ (D) 飽和電流約為 $0.1I_0$ 【108 初等】

答 A B C D

解 ∵ 溫度每變化 1°C ，飽和電流變化約 7%，亦即溫度增加 10°C 飽和電流約增加一倍
 ∴ 飽和電流約為 $2I_0$ 。

2. 二極體順向導通時，下列何者正確？

- (A) 在 N 端加相對正電壓，在二極體內部中電子從 N 端流向 P 端
 (B) 在 N 端加相對負電壓，在二極體內部中電子從 N 端流向 P 端
 (C) 在 N 端加相對正電壓，在二極體內部中電流從 N 端流向 P 端
 (D) 在 N 端加相對負電壓，在二極體內部中電流從 N 端流向 P 端

【107 初等】

答 A B C D

解 在 N 端加相對負電壓，在二極體內部中電子從 N 端流向 P 端。

3. 若有一矽二極體在逆向偏壓且在溫度為 25°C 時，飽和電流（Saturation Current） $I_0 = 2\mu\text{A}$ ，試問當溫度升高到 55°C 時，飽和電流為多少？

- (A) $32\mu\text{A}$ (B) $16\mu\text{A}$ (C) $8\mu\text{A}$ (D) $4\mu\text{A}$ 【107 初等】

答 A B C D

解 $I_0(55^\circ) = I_0(25^\circ) \times 2^{\frac{55-25}{10}} = 2\mu \times 2^3 = 16\mu\text{A}$

4. 對於一個 PN 接面二極體在順偏（Forward Bias）的條件下，下列何者正確？

- (A) P 側的電位較 N 側的電位為低



1-8



(B) 電流的方向為由 P 側流向 N 側

(C) 接面空乏區 (Depletion Region) 內的電場會因加入順偏電壓而擴大

(D) 因為有電流通流，故沒有電容效應

【106地五】

答 A B C D

解 ▶ 順偏 (Forward Bias) 時，電流的方向由 P 側流向 N 側。

5. 矽二極體逆向偏壓時，在電路上會有一個等效並聯寄生電容 C_j ，這個電容的主要電荷來自下列何者？

(A) P 型 N 型半導體接合面空乏區內部的載子

(B) P 型 N 型半導體接合面空乏區內部的摻雜雜質

(C) P 型 N 型半導體接合面中性區內部的載子

(D) P 型 N 型半導體接合面中性區內部的摻雜雜質

【106地五】

答 A B C D

解 ▶ 接面電容位於空乏區內側，電荷來源為空乏區內之正負離子。

6. 二極體接逆向偏壓時，其空乏區將如何變化？

(A) 不變

(B) 變寬

(C) 變小

(D) 不一定

【105初等】

答 A B C D

解 ▶ 二極體接逆向偏壓時，空乏區變大。

7. 當 P 型及 N 型材料形成 PN 接面時，接面處會產生一空乏層，而 P 型側之空乏層內主要的帶電粒子為：

(A) 正離子

(B) 負離子

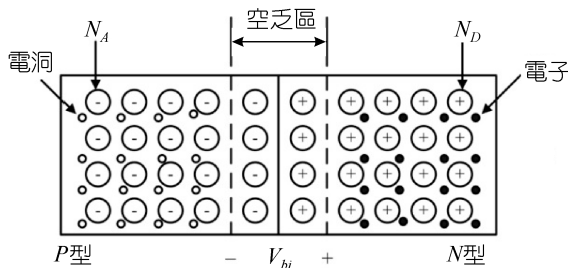
(C) 電子

(D) 電洞

【104.100初等】

答 A B C D

解 ▶ 如下圖所示， P 型側之空乏層內主要為負離子。





8. 有關一般二極體空乏區的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 空乏區又稱空間電荷區 (B) 空乏區中的載子極少，故電阻偏高
(C) 空乏區的寬度隨逆偏電壓而增加 (D) 空乏區中沒有電場存在 【104 初等】

答 A B C D

解 ▶ 空乏區內有一內建電場，電場方向由 N 指向 P 。

9. 已知一個矽二極體之逆向飽和電流每升高 10°C 約成為原先之兩倍。在溫度 25°C 時的逆向飽和電流為 3nA ，當逆向飽和電流增加到 24nA ，則溫度約升到幾度？

- (A) 35°C (B) 45°C (C) 55°C (D) 65°C

【104 初等】

答 A B C D

解 ▶ $I_S(T_2) = I_S(T_1) \times 2^{\frac{T_2 - T_1}{10}} \Rightarrow 24\text{n} = 3\text{n} \times 2^{\frac{T_2 - 25}{10}}$

$$\therefore T_2 = 55^\circ\text{C}$$

10. 半導體 pn 接面在接面處會產生一空乏區，在 n 型半導體空乏區內帶電之粒子主要是：

- (A) 電洞 (B) 電子 (C) 負離子 (D) 正離子

【104 原五】

答 A B C D

解 ▶ 如第 7 題解析圖所示， n 型半導體空乏區內主要為正離子。

11. 關於 $P-N$ 接面二極體之小訊號導通電阻之敘述，下列何者錯誤？

- (A) 導通電流越大電阻越小
(B) 若接面濃度固定， $P-N$ 接面面積越大電阻越小
(C) 若電流固定，溫度越高電阻越大
(D) 導通電阻與逆向飽和電流成正比

【104 國安五】

答 A B C D

解 ▶ $\therefore r_d = \frac{\eta V_T}{I_D}$

\therefore (A) I_D 越大電阻越小

(B) $P-N$ 接面面積越大， I_D 越大，電阻越小



1-10

電子學 (大意) 測驗選擇題庫



答案

(C) 電流固定下, 溫度越高, 則 V_T 越高, 電阻越大(D) 逆向飽和電流越大, I_D 越大, 導通電阻越小12. 擴散電容 (Diffusion Capacitance) 主要存在於當 pn 界面:

(A) 逆偏

(B) 順偏

(C) 開路

(D) 短路

【104. 國安五】

答 A B C D

解 ▶ 在順向偏壓下, 二極體任一端大量的多數載子皆會穿過空乏區擴散至另一端, 因此在電子電洞未復合前, 於空乏區外側因少數載子擴散所造成之電容效應, 稱為擴散電容。

13. 當一矽二極體導通時, 跨於二極體兩端的電壓 V_D 約有多大?(A) $0V$ (B) $0.025V$ (C) $0.7V$ (D) $1.4V$

【103. 101. 初等; 102. 原五】

答 A B C D

解 ▶ 室溫下, 矽 (Si) 的內建電位 (V_{bi}) 約 $0.6V \sim 0.7V$; 鍺 (Ge) 的內建電位 (V_{bi}) 約 $0.2V \sim 0.3V$ 。

14. 一般二極體在固定電流順偏導通狀況下的壓降, 其溫度係數 (Temperature Coefficient) 為:

(A) 零溫度係數

(B) 正溫度係數

(C) 負溫度係數

(D) 正負溫度係數依導通電壓大小而定

【103. 鐵佐】

答 A B C D

解 ▶ $\left. \frac{\Delta V}{\Delta T} \right|_{\text{固定電流}} \cong -2mV/^\circ C$

15. 在下列選項中, 那一項最不影響 p^+n 界面二極體的逆向飽和電流 I_S ?(A) p 型區的雜質濃度 N_A (B) n 型區的雜質濃度 N_D (C) pn 界面的界面面積 A (D) 溫度 T

【103. 地五】

答 A B C D

解 ▶ $\therefore I_S = qAn_i \left(\frac{D_p}{L_p N_D} + \frac{D_n}{L_n N_A} \right)$

$\therefore p$ 型區的雜質濃度 N_A 濃度高, 故最不影響 I_S



16. 若要維持二極體導通時的電流 I_D 為定值而不隨溫度變化，則二極體兩端的電壓 V_D 應如何？

- (A) 應維持定值
- (B) 應隨溫度的升高而微幅下降
- (C) 應隨溫度的升高而微幅上升
- (D) 應避免產生熱跑脫 (Thermal Runaway)

【103 地五】

答 A B C D

解 $\triangleright \because I_D = I_S(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1)$

\therefore 要維持 I_D 為定值，則 V_D 應隨溫度的升高而微幅下降

17. 在室溫下的熱電壓 V_T 的值約為多大：

- (A) $25mV$
- (B) $0.3V$
- (C) $0.7V$
- (D) $1V$

【103 原五】

答 A B C D

解 $\triangleright V_T = \frac{27^\circ C + 273^\circ C}{11600} = 25mV$

18. PN 二極體之內建電位障 (Built-in Potential Barrier)，乃是其空乏區域 (Depletion Region) 內甚麼所造成？

- (A) 兩側電子
- (B) 兩側電洞
- (C) 中性原子
- (D) 正離子及負離子

【102 鐵佐】

答 A B C D

解 \triangleright 內建電位障為空乏區中正離子及負離子所造成。

19. 欲使 PN 二極體被順向偏壓，則應將：

- (A) PN 短路
- (B) P 加正電壓，N 加負電壓
- (C) P 加負電壓，N 加正電壓
- (D) PN 開路

【102 原五】

答 A B C D

解 \triangleright PN 二極體被順向偏壓係指 P 加正電壓，N 加負電壓。

20. 逆向偏壓的 pn 界面，其界面電容隨逆向偏壓 V_R 的增大而：

- (A) 增大
- (B) 減小
- (C) 不變
- (D) 先增大再減小

【101 初等】

答 A B C D



1-12

電子學 (大意) 測驗選擇題庫



答案



解▶ 逆向偏壓越大，空乏區寬度越大，則界面電容越小。

21. 下列何種二極體通常工作於逆向偏壓？

- (A) 蕭特基 (Schottky) 二極體 (B) 發光二極體
(C) 雷射二極體 (D) 變容二極體

【101. 初等】

答 A B C D

解▶ 變容二極體工作於逆向偏壓，控制空乏區寬度，進而決定電容值大小。

22. 當二極體於逆向偏壓時，下列敘述何者正確？

- (A) 空乏區變寬、障壁電位減少 (B) 空乏區變寬、障壁電位增加
(C) 空乏區變窄、障壁電位減少 (D) 空乏區變窄、障壁電位增加

【101. 鐵佐】

答 A B C D

解▶ 二極體於逆向偏壓時特性：①空乏區變寬；②障壁電位上升；③有逆向飽和電流 (I_s)。

23. 關於 $P-N$ 接面二極體之敘述，下列何者錯誤？

- (A) P 型區域為加入三價雜質 (B) N 型區中空乏區離子帶負電
(C) 順向偏壓時擴散電容增加 (D) 逆向偏壓時空乏電容減少

【101. 地五】

答 A B C D

解▶ 如第 7. 題解析圖所示， N 型區中空乏區離子帶正電。

24. 下列何者是形成 pn 接面位能障礙 (Barrier) 的主要原因？

- (A) 空乏區內的磁場 (B) 空乏區內的電場
(C) 空乏區內的電容 (D) 空乏區內的電感

【101. 地五】

答 A B C D

解▶ 在 PN 接面中，因 N 側帶正電，而 P 側帶負電；因此在接面附近有一內建電場所形成的電位稱為接觸電位或內建電位或障壁電位。

25. 相較於開路 (Open Circuit) 的 pn 接面，逆偏下的 pn 接面：

- (A) 空乏區寬度減少 (B) 擴散電流 (Diffusion Current) 增加
(C) 空乏區內的位能障礙增加 (D) 空乏區內的空間電荷減少



【101.原五】

答 A B C D

解 ▶ 二極體於逆向偏壓時特性：①空乏區變寬；②障壁電位上升；③有逆向飽和電流 (I_s)。

26. 在二極體的 $I-V$ 關係式 $I_D = I_s(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1)$ 中， V_T 為：

- (A) 爾利 (Early) 電壓 (B) 熱 (Thermal) 電壓
(C) 臨界 (Threshold) 電壓 (D) 偏移 (Offset) 電壓 【101.原五】

答 A B C D

27. 矽二極體的逆向電阻會隨溫度增高而：

- (A) 增加 (B) 不變 (C) 減小 (D) 先減小後增大
【100.初等】

答 A B C D

解 ▶ 溫度增高，逆向飽和電流越大，故逆向電阻減小。

28. PN 接面二極體， P 型的雜質濃度為 N_A ， N 型的雜質濃度為 N_D ，接面處 P 型的空乏區寬度為 X_P ， N 型的空乏區寬度為 X_N ，若 $N_A > N_D$ ，則下列敘述何者為正確？

- (A) $X_P > X_N$ (B) $X_P < X_N$ (C) $X_P = X_N$ (D) $N_A X_P > N_D X_N$
【100.鐵佐】

答 A B C D

解 ▶ 空乏區寬度與濃度呈反比 $\because N_A > N_D \therefore X_P < X_N$

29. 有一個接面二極體，當處於開路平衡狀態時的空乏區寬度為 W_1 ，處於順向偏壓狀態時的空乏區寬度為 W_2 ，而處於逆向偏壓狀態時的空乏區寬度為 W_3 ，請問 W_1 、 W_2 、 W_3 之關係為何？

- (A) $W_1 > W_2 > W_3$ (B) $W_1 = W_2 = W_3$ (C) $W_3 > W_1 > W_2$ (D) $W_2 > W_1 > W_3$
【100.原五】

答 A B C D

解 ▶ 順向偏壓時空乏區寬度變窄；逆向偏壓時空乏區寬度變寬。

30. 在室溫下，考慮一 pn 接面矽半導體， p 側之電子濃度為 $1 \times 10^7 \text{cm}^{-3}$ ， n 側之電洞濃度為 $1 \times 10^5 \text{cm}^{-3}$ ，當施加一逆向偏壓時，空乏區之分布應為