

等 別： 高考二級  
類 科： 電子工程  
科 目： 電子元件  
考試時間： 2 小時

座號： \_\_\_\_\_

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、(一)對於一般常見的 n 型半導體（如矽、砷化鎵、氮化鎵與氧化鋅），通常費米能階（Fermi Level）會隨著摻雜電子濃度增加而更接近導帶（Conduction Band），如果高摻雜電子濃度，費米能階甚至會深入導帶內部；但是對於 p 型半導體，無論摻雜電洞濃度如何增加，費米能階總是不會深入價帶（Valence Band）內部，請說明原因。

(二)請說明如何量測半導體薄膜的片電阻（Sheet Resistance）？什麼是轉移長度（Transfer Length）？

（每小題 10 分，共 20 分）

二、(一)請說明什麼是長基區二極體（Long-Base Diode）？什麼是短基區二極體（Short-Base Diode）？兩者在順向電流的物理機制有何不同？

(二)對於一金屬與半導體的蕭特基接觸（Schottky Contact），半導體為 n 型矽單晶材料，它的能隙（Energy Gap）是 1.1 eV，電子親和力（Electron Affinity）是 4.05 eV，功函數（Work Function）是 4.15 eV；金屬為金，它的功函數是 5.1 eV。請問蕭特基能障是多少？此值會和我們實際量測計算的能障值常常會有所不同，請說明原因。

（每小題 10 分，共 20 分）

三、(一)在 npn 雙極性接面電晶體（Bipolar Junction Transistor, BJT）中，關於嘉莫圖（Gummel Plot）的電流對電壓的特性曲線，若集極電流（ $I_C$ ）與基極電流（ $I_B$ ）取對數，基極對射極電壓（ $V_{BE}$ ）為線性，請繪出對數的集極與基極電流對電壓【 $\log(I_C \text{ 與 } I_B) - V_{BE}$ 】的特性曲線圖，並說明各線段的電流物理機制。

(二)現今發展一種所謂的矽鍺（SiGe）異質雙極性接面電晶體（Heterojunction Bipolar Transistor, HBT），請說明這種元件的射極、基極與集極材料分別為何？比較傳統的雙極性接面電晶體，這種元件可以提供什麼優點？並說明原因。

（每小題 10 分，共 20 分）

四、(一)在金氧半場效電晶體（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET）中，何謂熱載子（Hot Carrier，載子可為電子或電洞）？何謂熱載子注入（Hot Carrier Injection, HCI）？應如何控制或改善熱載子注入現象？

(二)在金氧半場效電晶體的製程中常常使用金屬矽化物（Silicide），請說明金屬矽化物在金氧半場效電晶體的結構是什麼？它可以提供什麼優點？

（每小題 10 分，共 20 分）

（請接背面）

等 別： 高考二級  
類 科： 電子工程  
科 目： 電子元件

- 五、(一)在黃光室的微影製程中，對於光阻有所謂的軟烤 (Soft-Bake) 與硬烤 (Hard-Bake)，請說明它們的功能各為何？使用溫度範圍各為何？
- (二)在製作矽元件或矽積體電路時，我們常用氮化矽 (Silicon Nitride,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 作為絕緣層或披覆層 (Passivation Layer)，如果要以氮化矽作為絕緣層與披覆層，應該分別使用何種技術成長？請說明原因。
- (每小題 10 分，共 20 分)