

等 別：三等考試  
類 科：電子工程  
科 目：半導體工程  
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)假如  $a$  表示某一半導體的晶格常數 (lattice constant)，且該半導體具有體心立方 (body-centered cubic) 的結晶結構，請計算該半導體單位體積所含有原子數目。(10 分)
- (二)請計算該半導體表面的單位面積所含的原子數目。(10 分)
- 二、(一)一般  $n$  型半導體材料的電子濃度對溫度之關係圖可以分成三段區域，分別為低溫的冷凍 (freeze out) 區域、中間溫度的外摻 (extrinsic) 區域與高溫的本質 (intrinsic) 區域，各相鄰區域之間都有一轉折溫度值或轉折溫度範圍。對於電子濃度為  $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  與  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  的三個半導體材料，請繪出這三個半導體材料的電子濃度對溫度之關係圖於同一個圖中。(10 分)
- (二)關於矽半導體的電子漂移速度 (electron drift velocity) 對電場的關係圖，可以分成兩段區域，請分別說明在低電場 (低於  $1 \times 10^5 \text{ V/cm}$ ) 與高電場 (高於  $1 \times 10^5 \text{ V/cm}$ ) 時電子漂移速度與電場的關係。(10 分)
- 三、(一)由一  $n$  型矽半導體與金 (Au) 形成蕭特基界面 (Schottky junction)，假如金的功函數 (work function) 為  $4.8 \text{ eV}$ ，矽的電子親和力 (electron affinity) 為  $4.05 \text{ eV}$ ，矽的能隙為  $1.1 \text{ eV}$ ，矽的功函數為  $4.15 \text{ eV}$ ，請計算此蕭特基界面的能障值 (barrier height) 與內建電位值 (built-in potential)。(10 分)
- (二)請說明 npn 雙極性接面電晶體 (bipolar junction transistor, BJT) 工作在什麼偏壓條件下，它的有效中性基極 (base) 寬度會減少？這稱為什麼效應？又請說明工作在什麼偏壓條件下，它的有效中性基極 (base) 寬度會增加？這稱為什麼效應？(10 分)
- (三)請說明製作白光發光二極體 (LED) 較常用的兩種方法。(10 分)
- 四、(一)有一種使用 TEOS (tetraethyl orthosilicate) 為原料的電漿加強式化學氣相沉積 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 技術成長二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 薄膜，請說明這種方法有什麼優點？(10 分)
- (二)在矽的局部氧化 (local oxidation of silicon, LOCOS) 過程中，何謂鳥嘴 (bird's beak) 效應？它有什麼優點或缺點？(10 分)
- (三)請說明為什麼半導體在進行雜質擴散後，接著需要使用比較高的溫度或較長的時間進行熱處理？(10 分)