

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)可以使用電子計算器。

(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。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(四)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、考慮半導體中電場對電子傳導的影響。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請說明漂移速度 (drift velocity)、飽和速度 (saturation velocity)、與位移率 (mobility)。

(二)就直接能隙半導體例如 GaAs、InP 與間接能隙半導體例如 Si，分別說明從低電場到高電場，電子漂移速度如何隨電場變化。

二、考慮一個金屬/n-型半導體蕭基界面 (Schottky contact)：

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)就理想的上述金屬/n-型半導體蕭基界面，說明其蕭基位障 (Schottky barrier) 是由那些物理參數決定？若要形成具有整流特性蕭基界面的條件為何？

(二)舉出兩種量測蕭基位障的方法並說明之。

三、半導體 PN 接面的崩潰 (breakdown) 有兩種機制分別為累增崩潰 (Avalanche breakdown) 與曾納崩潰 (Zener breakdown)。分別說明這兩種崩潰的物理機制，並由其機制說明崩潰電壓與溫度的關係。(20 分)

四、考慮一個由同一種半導體所構成的 P^+N 接面。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)說明 P^+N 接面空乏區 (depletion region)、內建電位 (built-in potential) 形成的物理原因，並指出空乏區電場的指向。

(二)以擴散電流理論 (diffusion current theory) 考慮接面在順偏之下的主要電流流動過程。請問主要電流為何種電流？說明其流經空乏區、進入中性區後的物理過程。

五、考慮一個由金屬、氧化物、矽構成的 MOS 電容系統。金屬的工作函數為 4.1 eV。氧化物的能隙為 8 eV，親和力 (affinity) 為 0.75 eV，厚度為 4 nm，介電係數為 3.8。矽的能隙為 1.1 eV，親和力為 4.15 eV，介電係數為 11.8。若矽經摻雜的電洞濃度為 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ ，矽在 300 K 的 $N_C = 2.8 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ ， $N_V = 1.04 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。波茲曼常數為 $8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$ 。
(每小題 10 分，共 20 分)

(一)畫出此金屬、氧化物、矽 MOS 系統的平能帶圖 (flat band diagram)。
並求此 MOS 系統的平能帶電壓 V_{FB} (flat-band voltage)。

(二)求氧化物電容的值，以 F/cm^2 為單位。真空介電係數 $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-14} \text{ F}/\text{cm}$ 。單位電荷 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，若在氧化物與矽的介面出現一層面濃度為 $4 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ 的正電荷，請問平能帶電壓的變化會如何？