

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)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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、Si 與 Ge 都是鑽石結構，其晶格常數分別為 $5.43\text{\AA}$ 與 $5.66\text{\AA}$ 。有一由 Si 與 Ge 組成的合金半導體 $\text{Si}_{0.9}\text{Ge}_{0.1}$ ，問該合金半導體的晶格結構為何？說明其晶格結構的構造。此合金半導體的晶格常數為多少？其中的 Si 與 Ge 的原子濃度又各為多少？(20 分)

二、(一)請說明半導體中載子傳導的漂移速度 (drift velocity)、熱速度 (thermal velocity)、以及遷移率 (mobility)。(10 分)

(二)舉出兩種影響載子遷移率的散射機制 (scattering mechanism)，並說明其與溫度的關係。(10 分)

三、考慮一個陡峭 (abrupt) P^+N 接面，兩邊的雜質濃度分別為 N_A 與 N_D ； $N_A \gg N_D$ 。若接面處於平衡狀態，請由載子擴散、復合的觀點來說明接面空乏區 (depletion region)、內建電場 (built-in electric field) 的生成機制，並指出內建電場的指向。若接面由內建電場產生的內建電位為 V_{bi} ，空乏區寬度為 W ；以空乏區近似法表出 W 與 V_{bi} 的關係式。半導體的介電係數為 ϵ ，單位電荷為 q 。(20 分)

四、考慮一個 NPN 雙極性電晶體，若將其操作在主動區，其射基極接面與集基極接面的電壓應如何安排？以基極為零電壓參考點說明之。就主動區操作之該電晶體，畫出能帶對空間的概要圖，並在圖上標出各項電子、電洞之擴散電流以及復合電流。並由這些電流來定義注入效率 (injection efficiency) 以及傳輸因子 (transport factor)。(20 分)

五、矽的 Deal-Grove 熱氧化模型公式： $D^2 + A D = Bt$ ，公式中 D 為氧化層厚度、 t 為氧化時間、 A 與 B 為參數。求氧化速率 dD/dt 。由反應物在氧化層經由擴散到氧化層與矽介面進行氧化的模型來分別說明在 $D \ll A$ 與 $D \gg A$ 兩種狀況下，氧化層厚度與時間關係。(20 分)