

考試別：鐵路人員考試

等別：高員三級考試

類科別：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。

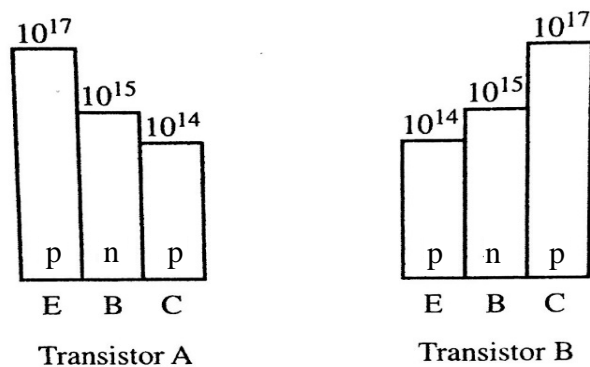
一、回答下列問題：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)在室溫下，具有  $3.29 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  電洞濃度的 P 型鍺材料，假如它的本質濃度 (intrinsic concentration,  $n_i$ ) 是  $2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ ，請計算此材料的 1. 電子濃度 2. 費米能階與本質費米能階 (intrinsic Fermi level) 的能量差距。

(二)關於金屬與半導體的蕭特基接觸 (Schottky contact)，請解釋為什麼蕭特基接觸不會展現出擴散電容 (diffusion capacitance) 的特性？

二、回答下列問題：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)如下圖的兩個相同 pnp 雙極性電晶體 (Transistor A 與 Transistor B)，除了它們的射極 (E) 與集極 (C) 摻雜濃度剛好交換之外。請說明那一個電晶體預期具有較高的射極效率 (emitter efficiency)？那一個電晶體預期具有較高的集極-基極崩潰電壓 (collector-base breakdown voltage)？

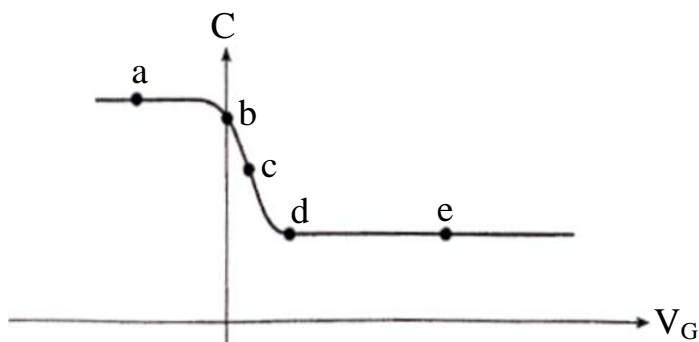


(二)關於 npn 雙極性電晶體，當我們縮小 npn 雙極性電晶體的平面結構 (planar configuration) 尺寸時，接面深度也必須同時縮減。請說明如何做出淺接面 (shallow junction)？

考試別：鐵路人員考試  
等別：高員三級考試  
類科別：電子工程  
科目：半導體工程

三、回答下列問題：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)對於一理想的金屬-氧化層-半導體電容 (metal-oxide-semiconductor capacitor, MOS capacitor)，具有下圖的電容-電壓 (capacitance-voltage,  $C-V_G$ ) 特性，請說明反轉 (inversion)、空乏 (depletion)、平坦能帶 (flat band)、 $V_G = V_T$  ( $V_G$  為閘極電壓， $V_T$  為臨界電壓)、聚積 (accumulation) 分別對應至下圖電容-電壓特性曲線中 a、b、c、d、e 的何點？



(二)請比較金屬-氧化層-半導體場效電晶體 (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET) 與調變摻雜場效電晶體 (modulation-doped field-effect transistor, MODFET) 在元件結構與特性上的差異。

四、回答下列問題：(每小題 10 分，共 40 分)

(一)一般清洗矽晶圓，都採用 RCA cleans 方式，請說明什麼是 RCA cleans？

(二)目前在超大型積體 (VLSI) 電路的金屬化 (metallization) 製程，多採用銅導線而不是鋁導線。因為採用鋁導線會產生電子遷移 (electromigration) 的問題，請說明什麼是電子遷移 (electromigration)？

(三)請說明摻雜的二氧化矽 (doped silicon dioxide) 用途。

(四)以砷化鎵的磊晶技術為例，請說明化學氣相沉積 (chemical vapor deposition, CVD) 與有機金屬化學氣相沉積 (metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD) 兩者的差異。