

101年公務人員特種考試警察人員考試、
101年公務人員特種考試一般警察人員考試及
101年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

代號：71280

全一頁

等 別：高員三級鐵路人員考試

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)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、理想矽pn二極體，p區摻雜濃度 $N_a = 8 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ，n區摻雜濃度 $N_d = 4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ，矽之介電係數 $\epsilon_{si} = 11.7 \epsilon_0$ ，其中 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$ ，在p區之空乏區寬度為 W_p ，在n區之空乏區寬度為 W_n ，常溫下 $1 kT/q = 0.0259 \text{ V}$ ，矽之本質載子濃度為 $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 。

(一)請求出 $W_p/W_n = ?$ (10分)

(二)在反偏壓 $V_R = 3\text{V}$ 之空乏區總寬度為 $W(3\text{V})$ ，在 $V_R = 2\text{V}$ 之空乏區總寬度為 $W(2\text{V})$ ，請求出 $W(3\text{V})/W(2\text{V}) = ?$ (10分)

二、一個 n^+pn 雙極性接面電晶體，當射極開路 (emitter open) 時於集基極間之反偏漏流為 $I_{CBO} = 100 \text{ nA}$ ，在順向作用區 (forward active) 時之電流公式為 $I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$ ，其中 $\alpha = 0.99$ 。

(一)現將射極接負電位，集極接正電位，基極開路 (base open)，請求出集射極間之漏流 $I_{CEO} = ?$ (6分)

(二)繪出在射極接負電位，集極接正電位，基極開路之偏壓下，少數載子濃度於射極 $p_E(x)$ 、基極 $n_B(x)$ 、集極 $p_C(x)$ 之分布曲線示意圖。(7分)

(三)在順向作用區時基極電流 I_B 含有那些電流分量？請說明各別分量之成因與流向。(7分)

三、在金屬/氧化層/p型矽 (MOS) 元件中，已知氧化層 SiO_2 厚度為 5 nm ，其介電係數 $\epsilon_{\text{SiO}_2} = 3.9 \epsilon_0$ ，其中 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$ ，矽之介電係數 $\epsilon_{si} = 11.7 \epsilon_0$ ，當加上負偏壓使該元件處於聚集區 (accumulation region)，氧化層之壓降為 $V_{ox} = -2 \text{ V}$ 。

(一)繪出該偏壓下 MOS 元件之能帶示意圖 (energy band diagram)。(6分)

(二)請求出在矽半導體之淨電荷量 $Q_s (\text{C/cm}^2) = ?$ (7分)

(三)請求出在矽表面之電場強度 $E_s (\text{V/cm}) = ?$ (7分)

四、在反應離子蝕刻 (reactive ion etch - RIE) 製程中採用 XeF_2 及Ar氣體進行Si之蝕刻，其蝕刻速率為R，製程中含有化學蝕刻機制及物理蝕刻機制。

(一)請說明各氣體在蝕刻時分別之反應機制。(10分)

(二)若只有 XeF_2 之蝕刻速率為 R_a ，只有Ar氣體時之蝕刻速率為 R_b ，請問 $R_a + R_b$ 速率和與R何者較大？請說明理由。(10分)

五、在半導體製程中使用局部矽氧化 (local oxidation of silicon - LOCOS) 技術來做隔絕用，請說明該製程步驟流程，並繪出 SiO_2 形成後之輪廓示意圖。(20分)