

103年公務人員特種考試警察人員考試
103年公務人員特種考試一般警察人員考試
103年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

代號：70980 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、在溫度 300K 的環境，一 n 型 (n-type) 矽晶圓，其摻雜磷 (Phosphorus) 之濃度為 $3 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ ，假設其摻雜之雜質均勻分布於晶圓，同時摻雜雜質完全游離化 (complete ionization)，有效導帶能態密度 (effective density of states in the conduction band) $N_C = 2.86 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ，有效價帶能態密度 (effect density of states in the valence band) $N_V = 2.6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ，請計算及畫圖說明此晶圓之費米能階 (Fermi level, E_F) 和導電帶 (conduction band, E_c) 最低點之電子伏特 (eV) 差值。(20 分)

(常數 $k = 1.38066 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)

二、假設在溫度 300K 下，有一 n 型矽晶圓，其電子遷移率為 $1500 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ， $m_n = 0.15 m_0$ ，(m_n :effective mass of electron, m_0 :free electron mass)，假設 $m_0 = 0.91 \times 10^{-30} \text{ kg}$ ，求其電子平均自由時間 (electron mean free time, τ_c)？(20 分)

(常數 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

三、有一 n 通道增強型 (enhancement type) MOSFET，其 $i_D - v_{DS}$ 特性曲線，當電晶體工作於飽和區 (Saturation region) 時，其 i_D 仍隨 v_{DS} 增加而增加。請問：

(一) i_D 仍隨 v_{DS} 增加而增加，其主要原因是什麼效應產生的？(6 分)

(二)請說明此效應之原理。(6 分)

(三)若此電晶體連接成共源極 (common source) 型式，請畫圖說明其小訊號等效電路模型 (Small signal equivalent circuit models)。(8 分)

四、目前業界製作發光二極體 (Light emitting diode, LED) 或雷射二極體 (Laser diode, LD) 元件，最常用的磊晶方法為有機金屬化學氣相沉積法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD)，而較早期的磊晶技術液相磊晶法 (Liquid Phase Epitaxy, LPE)，亦可製作 LED 或 LD 元件，請說明以 MOCVD 和 LPE 來比較，MOCVD 法製作的優勢為何？(20 分)

五、請比較矽 (Si) 晶圓及砷化鎵 (GaAs) 晶圓用來製作積體電路晶片 (IC chip) 之優缺點。(20 分)