

等 別：三等考試
類 科：電子工程
科 目：半導體工程
考試時間：2小時

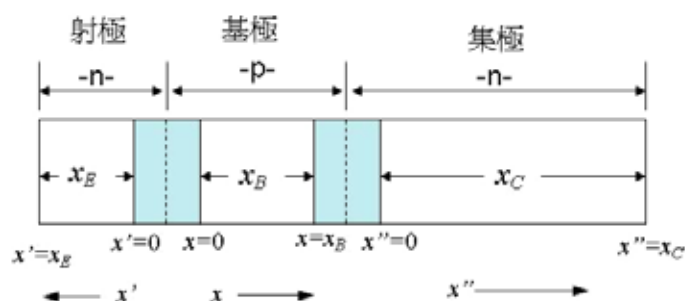
座號：_____

※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、(一)考慮某一個體心立方結構 (bcc) 且晶格常數為 $a = 5 \text{ \AA}$ 的單晶材料，試求此晶體中原子的體積密度及沿 (110) 平面上的表面原子密度。(7分)
- (二)假設每一個原子為一個硬球體且表面與相鄰原子的表面緊密相接，試求在面心立方晶格 (fcc) 中，單胞中被原子占據的體積比例。(8分)
- 二、(一)考慮 $T=300 \text{ K}$ 摻雜鎵原子 (Ga) $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 於純矽晶體中，若本質濃度 $n_i = 1.5 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ ，則決定摻雜後之材料為 n 型或 p 型及電子濃度 (n)、電洞濃度 (p)。(8分)
- (二)考慮矽在 $T=300 \text{ K}$ 且施體濃度 $N_d = 10^{17} / \text{cm}^3$ 、 $N_a = 0$ ，若 $N_c = 2.8 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 、 $N_v = 1.04 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ ，則計算此摻雜濃度時費米能階相對於本質費米能階的位置。(7分)
- 三、(一)試述 pn 接面在交流小訊號情況下之等效電路，並推導公式之由來。(7分)
- (二)試述 pn 接面之兩種接面崩潰 (junction breakdown) 機制，並以能帶圖說明之。(8分)
- 四、如圖所示，在 $T=300 \text{ K}$ 時，給予一組參數，若 $x_B \ll L_B$ ， $x_E \ll L_E$ ，試計算一個 npn 雙極性電晶體的共射極電流增益 γ 、 α_T 、 δ 值。(15分)

$D_E = 10 \text{ cm}^2 / \text{sec}$	$x_B = 0.70 \text{ \mu m}$
$D_B = 25 \text{ cm}^2 / \text{sec}$	$x_E = 0.50 \text{ \mu m}$
$\tau_{E0} = 1 \times 10^{-7} \text{ sec}$	$N_E = 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$
$\tau_{B0} = 5 \times 10^{-7} \text{ sec}$	$N_B = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$
$J_{r0} = 5 \times 10^{-8} \text{ A/cm}^2$	$V_{BE} = 0.65 \text{ volt}$
$J_{s0} = 1.29 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$	



npn 雙極性電晶體用來計算少數載子分佈的幾何圖形

(請接背面)

等 別：三等考試
類 科：電子工程
科 目：半導體工程

- 五、對 MOS 寄生電容而言，在 $T=300\text{ K}$ 下，考慮 p 型矽基板 ($\epsilon_s = 11.7\epsilon_0$)， $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14}\text{ F/cm}^2$ 其摻雜量 $N_a = 10^{16}/\text{cm}^3$ ，若氧化層是二氧化矽 ($\epsilon_{ox} = 3.9\epsilon_0$)，厚度為 550 \AA ，而且閘極為鋁材質，試計算出氧化層電容 (C_{ox})、最小電容 (C_{min}) 及平帶電容 (C_{FB}) 等值。(20 分)
- 六、(一)請解釋為何射頻濺鍍法 (RF sputter) 能同時濺鍍導電與非導電材質，而直流濺鍍法 (DC sputter) 僅能濺鍍導電材質的原因。(10 分)
- (二)請說明反應性離子蝕刻 (Reactive Ion Etch) 的原理，並說明其是否為選擇性和等向性蝕刻。(10 分)