



國立臺灣海洋大學一〇〇學年度研究所碩士班暨碩士在職專班入學考試試題

考試科目：電子學(含半導體元件物理)

系所名稱：電機工程學系碩士班固態電子組、系統工程暨造船

學系碩士班固態電子組(聯合招生\*註二、三)

※可使用計算器

1.答案以橫式由左至右書寫。2.請依題號順序作答。

$N_D=5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、 $N_A=4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、 $m_n/m_0=0.23$ 、 $m_p/m_0=0.69$ 、 $m_0=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 、 $\epsilon_s=11.9 \times 8.854 \times 10^{-14} \text{ F/cm}$ 、 $q=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 、 $h=6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 、 $\mu_n=1450 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 、 $\mu_p=505 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 、 $L_p=5 \mu\text{m}$ 、 $L_n=5 \mu\text{m}$ 、 $E_g=1.12 \text{ eV}$ 、 $A=150 \times 150 \mu\text{m}^2$ ，在溫度 300K 下， $(\ln 5.19=1.64)$ 、 $e^{-42}=4.03 \times 10^{-10}$ 、 $e^{-21.6}=3.87 \times 10^{-10}$ 、 $\ln(5.6 \times 10^{17})=40.8$ 、 $e^{(1/0.0259)}=5.863 \times 10^{16}$ ，可利用括弧內最接近值來運算，以下單位均以 cgs 制表示。作答時，字跡力求工整，繪圖力求明確。

1.假設有一個半導體，試求：

(1) 導電帶的電子濃度為  $n = 12 \left[ \frac{2\pi m_n kT}{h^2} \right]^{3/2} e^{-(E_c - E_f)/kT}$ 、價電帶的電洞濃度為

$p = 2 \left[ \frac{2\pi m_p kT}{h^2} \right]^{3/2} e^{-(E_f - E_v)/kT}$ ，假設無外加能量及偏壓下，試求在本質半導體中的  $E_f$  值

( $n=p$ )(3%)並在圖二中標示出來(3%)。(E<sub>i</sub>為能隙的中央)

(2) 承上題，此本質半導體本質濃度  $n_i$  值為何？(3%)

(3) 若 p 型半導體的摻雜濃度為  $N_A$ ，n 型半導體的摻雜濃度為  $N_D$ ，分別求出各自的少數載子濃度( $np=n_i^2$ )(2%)及導電度  $\sigma$ (2%)。

(4) 若以(3) p 型半導體的摻雜濃度  $N_A$ 、n 型半導體的摻雜濃度  $N_D$ ，形成 pn 接面，求此 pn 接面的內建電位  $V_{bi}$ (3%)及空乏區寬度  $W$ (3%)。

(5) 假設 pn 接面中空乏區沒有電流產生；所有的電流來自中性區，中性區沒有電場，順向偏壓下的電流為少數載子的擴散電流，其中少數載子分布各為

$$p_n(x) = p_{no} [(e^{qV/kT} - 1)e^{-(x-x_n)/L_p}] + 1, n_p(x) = n_{po} [(e^{qV/kT} - 1)e^{(x+x_p)/L_n}] + 1, \text{其中 } X_n \text{ 為}$$

n 型半導體中的空乏區、 $X_p$  為 p 型半導體中的空乏區、 $L_n$  為 n 型中性區電洞的擴散長度、 $L_p$  為 p 型中性區電子的擴散長度，試求  $J_p(x_n)$  ( $J_p = -qD_p dp(x)/dx$ ) (3%)及  $J_n(-x_p)$  ( $J_n = qD_n dn(x)/dx$ )(3%)。

2.如圖二所示，回答下列問題：

(1) 該電路為\_\_\_\_\_電路(1%) (串接電路還是疊接電路)。

(2) 該電路結合了\_\_\_\_\_電路(1%)與\_\_\_\_\_ (1%)電路的優點(共射極、共基極、共集極)。

(3) 考慮該電路的高頻的頻率響應特性，試繪出該電路的高頻小訊號模型(3%)。

(4) 承上題，所繪出的高頻小訊號模型等效為圖三的電路，試求  $C_{M1}$ (3%)、 $C_1$ (3%)、 $C_2$ (3%)、

Req(3%)。(以符號表示)

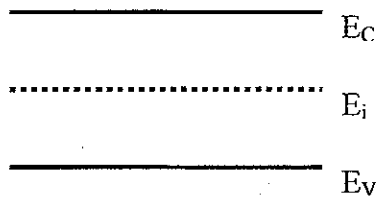
- (5) 假設  $V^+=+10\text{ V}$ 、 $V^-=-10\text{ V}$ 、 $R_S=0.1\text{ k}\Omega$ 、 $R_1=42.5\text{ k}\Omega$ 、 $R_2=20.5\text{ k}\Omega$ 、 $R_3=28.3\text{ k}\Omega$ 、 $R_E=5.4\text{ k}\Omega$ 、 $R_C=5\text{ k}\Omega$ 、 $R_L=10\text{ k}\Omega$ 、 $C_{C1}=100\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{C2}=100\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_E=1\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_B=100\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_L=0$ 、 $\beta=150$ 、 $V_{BE(on)}=0.7\text{ V}$ 、 $V_A=\infty$ 、 $C_\pi=35\text{ pF}$ 、 $C_\mu=4\text{ pF}$ ，試求該電路的低三分貝頻率(5%)、高三分貝頻率(5%)、中頻帶增益(5%)。
- (6) 試說明  $V^+$ 、 $V^-$ 、 $R_S$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_E$ 、 $R_C$ 、 $R_L$ 、 $C_{C1}$ 、 $C_{C2}$ 、 $C_E$ 、 $C_B$ 、 $C_L$ 、 $V_A$ 、 $C_\pi$ 、 $C_\mu$  的功用或產生的原因(共 17%)。

3.如圖四所示，回答下列問題：

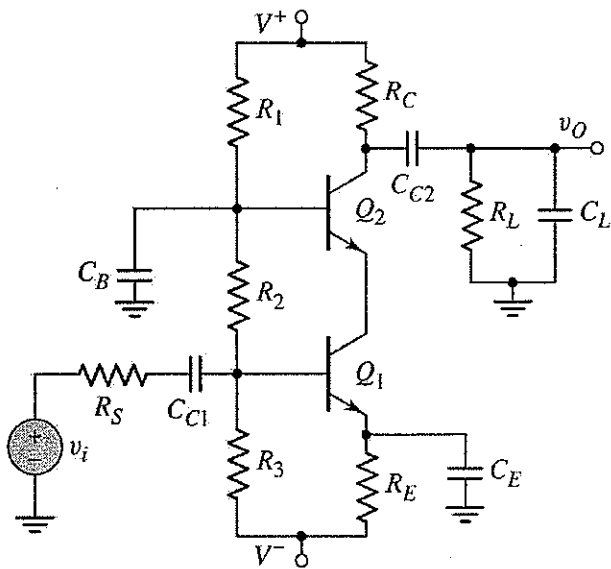
- (1) 試寫出巴克豪生準則(Barkhausen criterion)(2%)。
- (2) 試繪出  $V_O$  輸出波形(4%)。
- (3) 試求震盪頻率(3%)與持續震盪的條件(3%)(以符號表示)。

4.如圖五所示，回答下列問題：

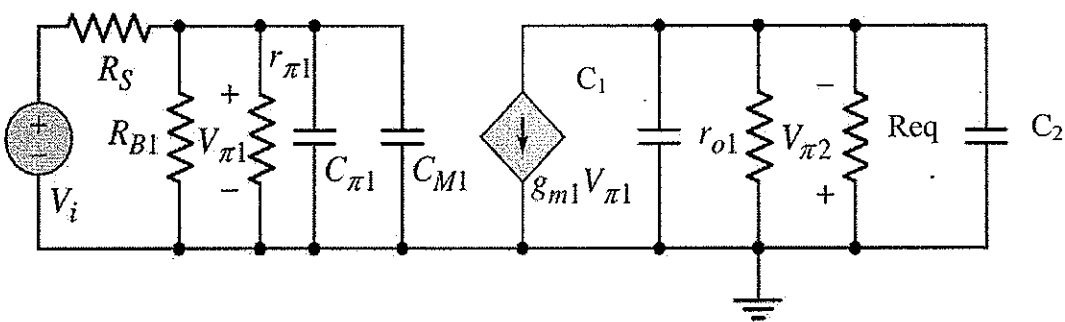
- (1) 試繪出  $V_O$  輸出波形(4%)。
- (2) 試求震盪頻率(3%)(以符號表示)。
- (3) 試以一個運算放大器、一個電容  $C$ 、一個電阻  $R$  繪出  $V_i$  為輸入端、 $V_{out}$  為輸出端的積分器(2%)。
- (4) 假設  $V_O$  與  $V_i$  相接，試繪出  $V_{out}$  輸出波形(4%)。



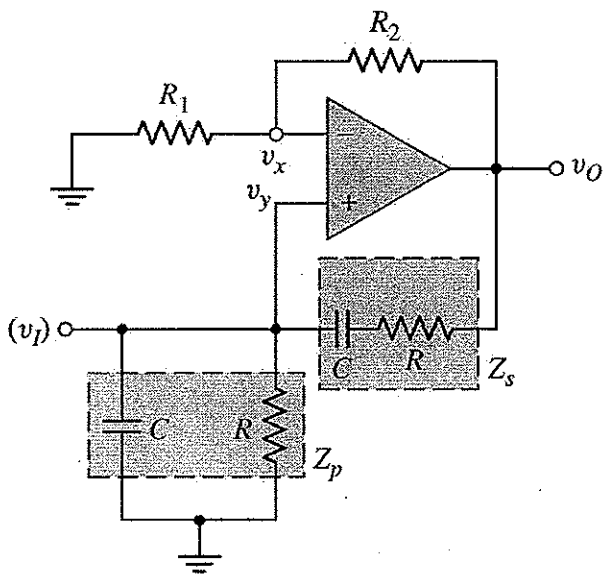
圖一



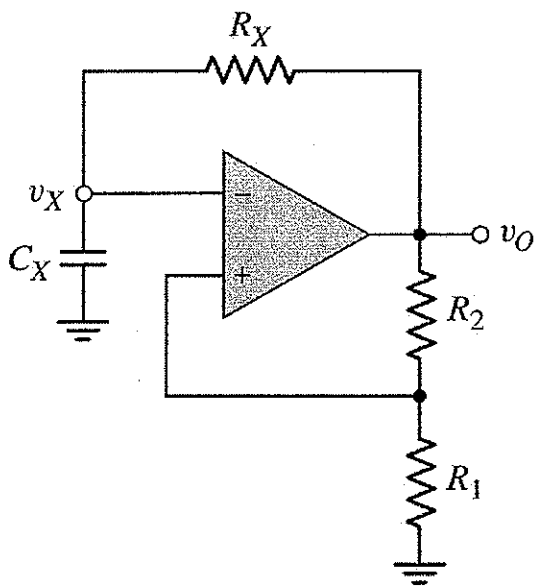
圖二



圖三



圖四  
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc.  
 Permission is granted for reproduction of this page.



圖五