

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)禁止使用電子計算器。

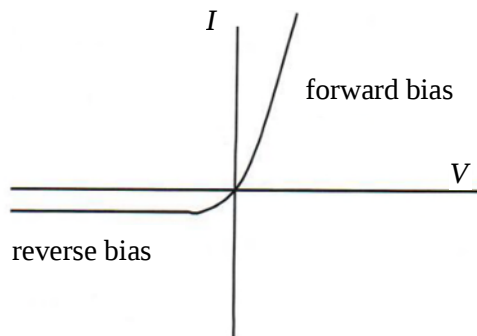
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、為什麼我們都使用有效電子質量（effective electron mass, m_e^* ）分析半導體晶體的特性，而不是使用一般的電子質量（electron mass, m_0 ）？（10 分）

二、(一)發光二極體（light-emitting diode, LED）、雷射二極體（laser diode）、光二極體（photodiode）、太陽能電池（solar cell）都是二極體的應用種類之一，它們的電流－電壓特性（current-voltage characteristic）曲線都很類似，如圖一所示。請分別說明這四種元件在正常工作模式下，是位於此電流－電壓特性曲線圖的第幾象限？（20 分）

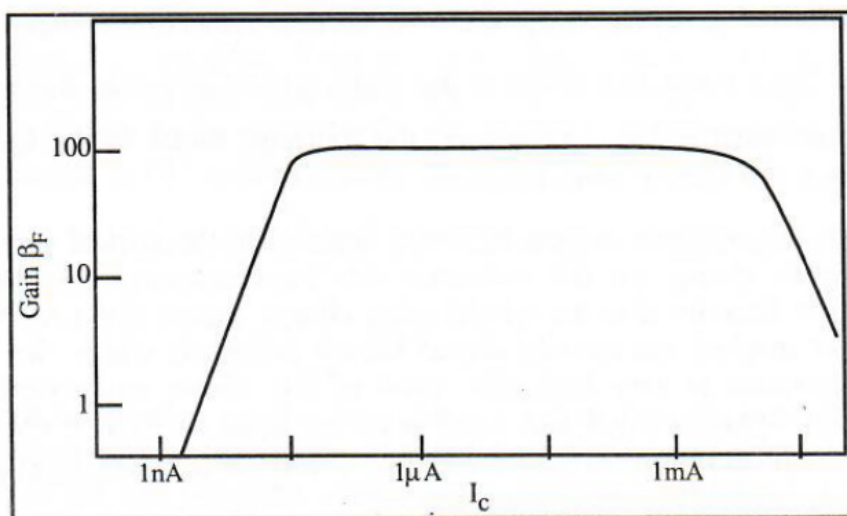
(二)請說明為什麼蕭特基二極體（Schottky diode）不會展現擴散電容（diffusion capacitance）效應？（10 分）



圖一

三、(一)對於工作在主動模式 (active mode) 的 npn 雙極性接面電晶體 (bipolar junction transistor, BJT)，即射極—基極接面 (EBJ) 順向偏壓，集極—基極接面 (CBJ) 反向偏壓。假設由射極注入至基極的少數載子濃度在 EBJ 相鄰的中性基極處為 $n_p(0)$ ，而在相鄰 CBJ 的中性基極處的少數濃度為 $n_p(W_B)$ 。假設基極層的厚度 W_B ，此厚度遠低於電子在基極層的擴散長度 L_n ，即 $W_B \ll L_n$ ，請寫出流經此 p 型基極層的電子電流密度方程式。(10 分)

(二)圖二為共射極電晶體的增益 (gain, β) 對集極電流 (I_C) 的關係圖。請說明在低集極電流與高集極電流時，增益都會下降的原因。(10 分)



圖二

四、(一)何謂次閾值斜率 (subthreshold slope)？請說明它的單位是什麼？(10 分)

(二)在金氧半場效電晶體模型 (MOSFET model) 有一表面遷移率 (surface mobility)，它和一般塊晶體 (bulk crystal) 的遷移率比較，何者的值比較高？請說明原因。(10 分)

五、(一)近代矽製程多使用離子布植 (ion implantation) 技術製作淺接面 (shallow junction)，之後再以快速熱退火 (rapid thermal annealing, RTA) 進行後續處理。請說明使用快速熱退火的原因。(10 分)

(二)一般傳統使用汞燈光源的黃光微影製程技術有接觸 (contact) 式、近接 (proximity) 式兩種，請比較其優缺點。(10 分)