

國立中央大學八十六學年度碩士班研究生入學試題卷

所別: 電機工程研究所

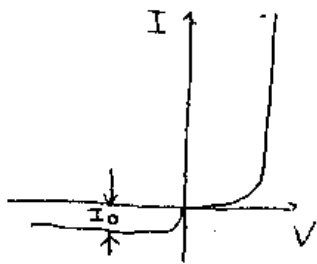
乙組

科目:

半導體元件

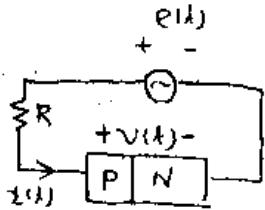
共 2 頁 第 1 頁

1.
(10%)

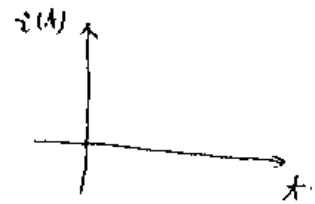
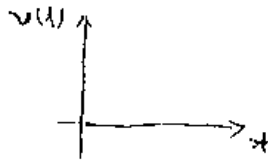
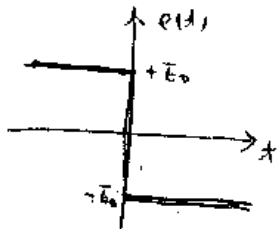


在 p-n 極件及 Schottky 極件, 在逆向偏壓時均有在 - 逆向飽和電流 (I_0), 但形成的原因不同, 請問分別為何?

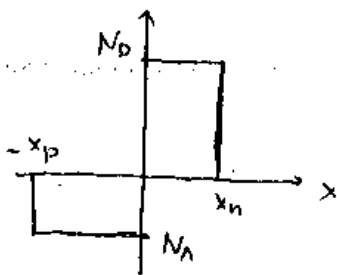
2.
(10%)



左圖之 p-n 接面, 在 $t=0$ 時由順向偏壓 ($+E_0$) 改變為逆向偏壓 ($-E_0$), 請畫出接面上之電流 $i(t)$ 及 $v(t)$, 並解釋原因。



3.
(15%)



左圖之 abrupt p-n 接面, 在 n-型區雜質濃度為 N_D , 而在 p-型區為 N_A , 而空乏區之寬度為 $W = |x_n| + |x_p|$, 接面電容大小可表示為 $C_j = \epsilon \frac{A}{W}$, 如同平行板電容, 但接面電容可同時表示為 $C_j = \left| \frac{dQ}{dV} \right|$, 請證明 $C_j = \left| \frac{dQ}{dV} \right| = \epsilon \frac{A}{W}$.

4. 簡答題, 每小題 3 分, 請略述原因。

(15%)

(a) Direct 與 indirect bandgap 半導體, 何者之 minority carrier lifetime 長?

(b) Hole 既然為空洞, 為什麼會有有效質量 (effective mass)?

(c) 半導體中一般電子之移動率 (mobility) 大於電洞, 說明原因?

(d) n-型與 p-型半導體, 在高溫的狀態下, 其導電特性會很相似, 請說明原因?

(e)



在平衡條件下, Fermi-level 在接面兩側為一直線, 說明其原因。

國立中央大學八十六學年度碩士班研究生入學試題卷

所別: 電機工程研究所 乙組 科目: 半導體元件 共 2 頁 第 2 頁

5. (a) 有一 p^+np 的 BJT, 試畫出在 active mode biasing 及 saturation biasing 下的少數載體分佈圖, 設 $W/L_B \ll 1$, W 為基極寬度, L_B 為少數載體的 diffusion length.
 5% (b) 對一 n^+pn 的 BJT, V_{CE0} 為 B 極開路, C 及 E 間的崩潰電壓, V_{CBO} 為 E 極開路, C 及 B 間的崩潰電壓, 何者較大? 為什麼?
 5% (c) 一般 BJT 的 β_{dc} 對 $\log(I_c)$ 的圖形, 在 I_c 很小或很大時, β_{dc} 會變小, 為什麼?

6. 有一理想的 MOS-C 能帶圖如圖 6. 設 SiO_2 厚度 $x_o = 0.2 \mu m$, 溫度 $T = 300 K$, $kT = 0.0259 V$, $n_i = 10^{10} cm^{-3}$, $K_O \epsilon_o = 3.9 \times 8.85 \times 10^{-14} F/cm$, $K_S \epsilon_o = 11.8 \times 8.85 \times 10^{-14} F/cm$. 若加一電壓 V_G , 使在 $Si - SiO_2$ 介面處, $E_F = E_i$.
 2% (a) 畫出半導體內 electrostatic potential (ϕ) 對位置的圖形.
 2% (b) 畫出半導體及 SiO_2 內的電場對位置的圖形.
 3% (c) 求出半導體濃度 N_D .
 3% (d) 求出表面處 $\phi = \phi_s = ?$
 5% (e) 求出 $V_G = ?$

7. A standard MOSFET is fabricated with workfunction difference $\phi_{MS} = -0.89 V$, fixed charge $Q_F/q = 5 \times 10^{10} cm^{-2}$, gate oxide thickness $x_o = 500 \text{ \AA} = 5 \times 10^{-6} cm$, and doping $N_A = 10^{15} cm^{-3}$. Please use the n_i , $K_O \epsilon_o$, $K_S \epsilon_o$ given in Problem 6. Assume $T=300K$, $kT=0.0259V$.
 5% (a) Determine the flat-band gate voltage, V_{FB} .
 7% (b) Determine the gate voltage at the onset of inversion, V_T .
 8% (c) Define the following terms about MOSFET using your own words. (1) gradual channel approximation, (2) body effect (substrate-bias effect).

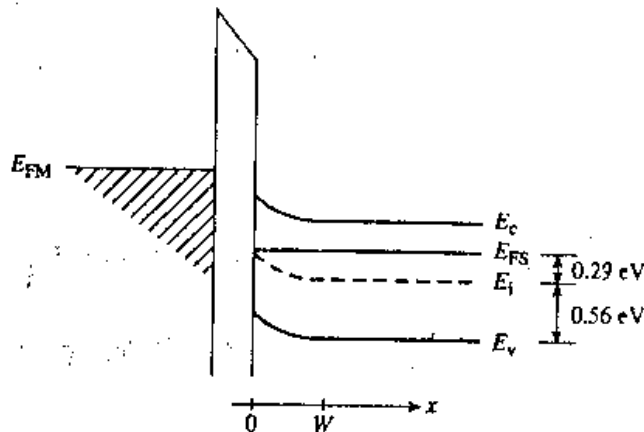


圖 6.