

(1) 如圖 1 所示, 兩介質其參數分別為  $\epsilon_1, \mu_1, \sigma_1=0$  及  $\epsilon_2, \mu_2, \sigma_2=0$ 。一均勻平面波 (UPW) 入射角為  $\theta_i$ , 電場與入射面垂直, 入射波方向之單位向量為  $\hat{n}_i$ , 而電場為  $\vec{E}_i = \hat{a}_x E_0 e^{-j\beta_1 \hat{n}_i \cdot \vec{R}}$ , 其中  $\beta_1$  為介質 1 之傳輸常數 (propagation constant), 試證明 (a) 入射角  $\theta_i$  等於反射角  $\theta_r$ ; (b) 入射角與穿透角  $\theta_t$  之間滿足 Snell's Law; (c) 求出反射係數  $\Gamma_1 = \frac{E_r}{E_i}$  以及穿透係數  $T_1 = \frac{E_t}{E_i}$ 。(20%)

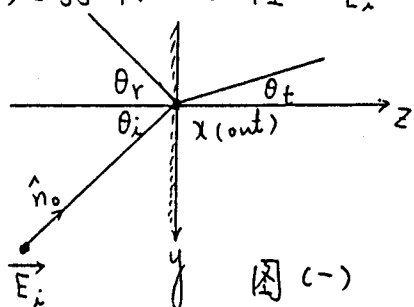


圖 (一)

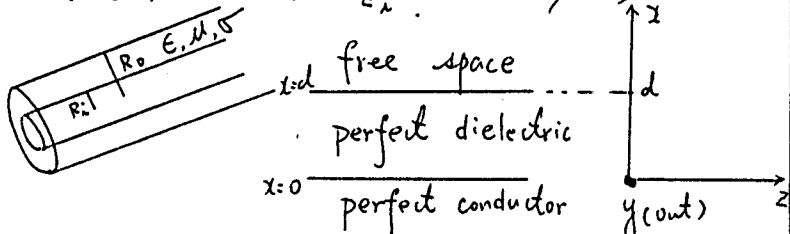


圖 (二)

圖 (三)

(2) 一同軸電纜 (coaxial cable), 如圖 2 所示, 其內、外導體之半徑各為  $R_i$  及  $R_o$ , 而中間之介質參數為  $\epsilon, \mu$  及  $\sigma$ , 試求出每單位長度之電容、電感及漏電阻。(10%)

(3) 如圖 3 所示, 在  $x < 0$  區域為一全導體 (perfect conductor); 在  $0 < x < d$  區域為一純介質 (perfect dielectric),  $\mu = \mu_0, \epsilon = 2\epsilon_0$ ; 而  $x > d$  區域為一自由空間 (free space), 若在  $0 < x < d$  內之電場強度及磁場強度各為

$$\vec{E} = E_1 \cos \pi x \sin 2\pi z \hat{a}_x + E_2 \sin \pi x \cos 2\pi z \hat{a}_z$$

$$\vec{H} = H_1 \cos \pi x \sin 2\pi z \hat{a}_y$$

試求出 (a)  $x=0$  表面上之表面電荷密度  $\rho_s$  (Coul/m<sup>2</sup>) 及表面電流密度  $\vec{J}_s$  (Amp/m); 及 (b) 在  $x=d^+$ , 即緊接著  $x=d$  平面而在自由空間區域之電場  $\vec{E}$  及磁場  $\vec{H}$ 。(10%)

(4) 試解釋 (a) the principle of virtual displacement

(b) Uniqueness theorem

(c) transverse electromagnetic (TEM) wave.

(10%)

(5) (a) 試繪圖說明 -n 型半導體, 作成金屬-半導體接觸, 金屬之功函數 (work function)  $\phi_m > \phi_s$ , 未接觸前以及接觸後之能帶圖 (energy band diagram).

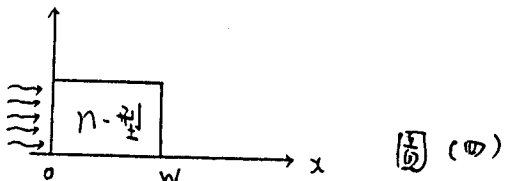
(b) 若 - Schottky = 極性, 其參數各為  $\phi_m = 4.7 \text{ eV}$ ,  $\chi_s$  (半導體之 electron affinity) = 4.0 eV,  $N_c$  (effective density of states in the conduction band) =  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_d$  (donor concentration) =  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\epsilon_r$  (dielectric constant) = 12.

於  $300^\circ\text{K}$  時, 試計算 (i) 能障高度 (barrier height), 零偏壓時之空乏區寬度 (depletion layer width) 以及 (ii)  $0.2\text{V}$  順向偏壓時之 thermionic-emission current density. (假設界面能態密度可以忽略, 且 Richardson constant 為  $R = 120\text{A}/\text{cm}^2\text{K}^2$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{F}/\text{m}$ ). (15%)

- (6) -  $n$  型半導體, 寬度為  $w$ , 如圖 4 所示, 於  $x=0$  端以光線照射, 此處之少數載子濃度 (minority carrier concentration) 為  $P_n(0)$ , 而平衡時之濃度為  $P_{n0}$ , 若少數載子之擴散長度 (diffusion length) 為  $L_p$ , 試證明於  $n$  型半導體 ( $0 \leq x \leq w$ ) 內之少數載子濃度分佈為

$$P_n(x) = P_{n0} + [P_n(0) - P_{n0}] \left[ \frac{\sinh\left[\frac{w-x}{L_p}\right]}{\sinh(w/L_p)} \right]$$

- (b) 試求出在  $x=w$  處之擴散電流密度.



(15%)

- (7) 試說明於 MOSFET 中, 若原來之 gate length  $L$  縮小  $k$  ( $k > 1$ ) 倍, 變為  $L' = L/k$ , 試求出下列特性值之改變情形: 電容  $C_0'$ ;  $(C_0A)'$  (電容面積之乘積);  $I_{dsat}$  (飽和電流值);  $J_{osat}$  (飽和電流密度); 直流及交流時之 switching power  $P_{dc}$ ,  $P_{ac}$  以及 switching energy  $E'$  (假設其它之 dimension 不變). (10%)

- (8) (a) 試說明半導體雷射之工作原理, 並比較異質接面 (heterojunction) 較同質接面 (homojunction) 雷射之優點.

(b) 於 Si 材料中, 試說明 orientation-dependent etching 情形.

(c) 試說明 Quantum-well 雷射之優點. (10%)