

3.4 本章習題

1. 試述建構能帶圖的三個重要基本原則。並藉此解釋圖 3-3 的理想 n-MOS 在三個不同閘極偏壓情況下的能帶圖。
2. 仿表 3-1，請列表整理 n 型半導體之表面電位、表面電荷狀況、與表面載子濃度間的關係。
3. 請畫出 $V_G = V_T$ 時，p 型半導體為基底之理想 MOS 能帶圖。並於半導體側之能帶圖中標示出 E_c 、 E_v 、 E_i 、 E_F 、 Ψ_s （表面電位）、和 V_G 的量。
4. 若上題中之基底為 n 型半導體，重複上一問題。
5. 試繪(a)n-MOS，(b)p-MOS 電容器於高頻（HF）與低頻（LF）量測條件下得到的理想 C-V（電容—電壓）特性曲線圖。（圖中須標示出聚積模式與反轉模式）
6. 試繪(a)n-MOSFET，(b)p-MOSFET 電晶體於高頻（HF）與低頻（LF）量測條件下得到的理想 C-V（電容—電壓）特性曲線圖。（圖中須標示出聚積模式與反轉模式）
7. 請說明以下四個對理想 nMOS（即功函數差 $\phi_{ms}=0$ ）的敘述，是否正確：(a) 半導體表面為弱反轉（weak inversion）時， $\Psi_s > \Psi_B$ ；(b) 當 $\Psi_s = \Psi_B$ 時， $n_s < N_A$ ；(c) 半導體表面發生強反轉（strong inversion）的臨界點為 $\Psi_s = 2\Psi_B$ ；(d) 當外加閘極電壓 $V_G > V_T$ 時， $\Psi_s > \Psi_B$ 。
8. 請說明以下四個對理想 pMOS（即功函數差 $\phi_{ms}=0$ ）的敘述，是否正確：(a) 當 $\Psi_s = \Psi_B$ 時， $p_s = n_s$ ；(b) 當 $\Psi_s = 0$ 時， n_s 等於半導體摻雜濃度 N_D ；(c) 當 $\Psi_s = 2\Psi_B$ 時， $n_s < p_s$ ；(d) 當 $\Psi_s = 2\Psi_B$ 時， $n_s < N_D$ 。
9. 何謂平帶電壓（flat-band voltage）？請參考圖 3-11 說明當(a) $\phi_{ms}=0$ ；(b) $\phi_{ms} < 0$ ；(c) $\phi_{ms} > 0$ 情況下之平帶電壓。
10. 請畫出目前常見 n-MOS（ n^+ 複晶矽閘極／ SiO_2 /p 型矽基板）在無外加偏壓下的能帶圖。並於能帶圖中標示出 E_c 、 E_v 、 E_i 、 E_F 、 Ψ_s （表面電位）、和 ϕ_{ms} 的量。