

4.5 本章習題

1. MOSFET 依操作模式與物理結構的不同，可區分成哪四種基本型式？請畫出相對應之電路符號與物理結構剖面圖，並於結構圖中標示出閘極、通道、源極/汲極、及基底的位置與雜質型式。
2. 試分別畫出一理想的(a)增強型(b)空乏型 n-MOSFET 的輸出特性 (output characteristics) 曲線族，並簡述兩者之異同。另請在圖中標示出截止區、線性區、及飽和區，並寫出相對應的汲極電流—電壓關係式。
3. 針對 p-MOSFET，重複上一問題。
4. 若給定 n-MOSFET 在線性區的 I_D 與 V_D 的關係式為 (4.12) 式，則請以此式與簡單的數學推導出在飽和區的 I_D 與 V_D 的關係式 (4.15)。
5. 對某特定汲極與閘極電壓的 CMOS 技術而言，請說明並加以解釋五種增加飽和汲極電流 I_{Dsat} 的方法。
6. 已知某一理想 n-MOSFET 的元件參數如下：通道長度 (channel length) 等於 $1.25\mu\text{m}$ ，電子遷移率 (electron mobility) 等於 $650\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，閘極氧化層電容 (gate oxide capacitance) 等於 $6.9 \times 10^{-8}\text{F}/\text{cm}^2$ ，與截止電壓 (threshold voltage) 等於 0.65V 。請問此 n-MOSFET 的閘極氧化層厚度為多少？並請設計此 n-MOSFET 之通道寬度 (channel width)，使得當閘極電壓等於 5V 時，具有 4mA 的飽和汲極電流。
7. 何謂 $V_{T,lin}$ 與 $V_{T,sat}$ ？試述如何利用 MOSFET 的轉移特性 (transfer characteristics) 圖來得到 $V_{T,lin}$ 與 $V_{T,sat}$ ；並說明兩值是否相等？
8. 何謂次臨界電流 (subthreshold current)？其值是愈大愈好抑是愈小愈好？原因為何？
9. 何謂次臨界擺幅 (subthreshold swing)？其值是愈大愈好抑是愈小愈好？原因為何？
10. 試述 MOSFET 元件的開狀態電流 (on-state current) I_{ON} 與關狀態電流 (off-state current) I_{OFF} 如何隨臨界電壓的變化 (變大或變小) 而變化？