

n 通道 MOSFET (即 n-MOSFET) 為例說明元件操作原理及推導相關電性公式，因其結果可經由改變摻質型式和電壓極性輕易地延伸為 p 通道 MOSFET (即 p-MOSFET)。

為避免本章及下章的元件分析與模型推導流於深奧的數學，我們將儘可能地以物理觀念來表達或推導重要的公式後，再輔以直觀的物理想法，而不是以嚴謹的數學來分析元件特性或推導公式。

4.1 MOSFET 的基本結構與類型

圖 4-1 顯示一個 n-MOSFET 的基本結構剖面圖，它與圖 3-1 的 MOS 在結構上主要的（也是最重要的）差別在於前者於通道區域的兩端各有一個 p-n 界面（大部分是使用離子佈植方式形成的重摻雜）與之緊密連接。因此，MOSFET 為一個四端點元件：除了與 MOS 相同的閘極（gate）和基底（substrate 或 body）二個端點外，另外二個端點就是由剛剛所言之兩個重摻雜區域形成的源極（source）和汲極（drain）。於製造如圖 4-1 的 n-MOSFET 時，其半導體基底為 p 型，而源極與汲極為重摻雜的 n 型（即 n^+ ）；而 p-MOSFET 的基底為 n 型，其源極與汲極為重摻雜的 p 型（即 p^+ ）。圖中的閘極絕緣層（gate insulating layer）絕大多數是採用熱氧化矽基板形成一層薄的 SiO_2 ，故又稱為閘極氧化層（gate oxide）或閘極介電層（gate dielectric）；氧化層上方的閘極為 MOSFET 元件的輸入端，其材料於目前的製造技術中為多晶矽（poly-Si），且須重摻雜成 n^+ 或 p^+ （分別對 n-MOSFET 或 p-MOSFET 而言）以提高導電度。由於早期的技術，閘極的材料確實為金屬，故人們有時仍沿用「金屬閘極」之名稱；不過在更先進的製造技術中，金屬又被用來當作閘極材料與位於其下方之所謂「高介電係數閘極介電層（high-k gate dielectric）」搭配使用。由圖 4-1 知道元件的基本參數包括：通道長度 L ，為兩個 n^+ -p（若 p-MOSFET 則為 p^+ -n）冶金界面間之距離；通道寬度 W （位於垂直紙張平面的 z 方向）；閘極氧化層厚度 d 或 t_{ox} ；以及基板雜質濃度 N_A （若 p-MOSFET 則為 N_D ）。