

本章內容綜述

金氧半場效電晶體 (MOSFET) 是目前應用最廣泛的數位電子元件，它常被用來當成開關或數位邏輯器的驅動電路。它在早些時期有許多不同的縮寫，包括 IGFET (insulated-gate field effect transistor, 絕緣閘極場效電晶體)、MOST (metal-oxide-semiconductor transistor, 金氧半電晶體)、與 MISFET (metal-insulator-semiconductor field effect transistor, 金屬—絕緣體—半導體場效電晶體) 等等；然而隨著時間推移，「MOSFET」的說法逐漸為大多數人所接受與普遍採用。

在這章中，我們主要是介紹長通道 (long-channel) MOSFET 的元件物理與特性；至於目前所廣泛生產與使用的短通道 (short-channel) MOSFET 將於下一章再作介紹。這樣的編排方式主要是基於下列原因：

- (1) 長通道 MOSFET 元件特性的數學模型比短通道 MOSFET 還容易瞭解與推導。
- (2) 長通道 MOSFET 的元件特性可視為理想特性。因為當 MOSFET 的結構微縮 (scaling-down) 時，會有所謂的「短通道效應 (short-channel effects)」，而這些效應大部分是不好的 (例如 V_T roll-off 與 DIBL, 請見 §5.2 節)，因此元件設計者 (device designer) 必須抑制或將短通道效應的傷害減到最小。換言之，為了增加元件積集度與性能而設計出的短通道 MOSFET 仍需保有長通道之理想的元件特性。所以，我們首先必須了解長通道 MOSFET 的元件物理與特性。
- (3) 長通道 MOSFET 的元件行為可輕易地 (且經常是直觀地) 發展得到短通道的元件特性與模型。

另外，即將在 §4.1 節中的介紹可知 MOSFET 依照操作模式與結構的不同，可以區分成四種基本型式：(1) 常關型 (normally-off) n 通道 MOSFET, (2) 常關型 p 通道 MOSFET, (3) 常開型 (normally-on) n 通道 MOSFET, 以及 (4) 常開型 p 通道 MOSFET。其中前兩者又稱為增強型 (enhancement mode)；而後兩者稱為空乏型 (depletion mode)。然而，因為增強模式在工業上的應用較為廣泛，所以除非特別聲明外，本書的討論皆屬於增強模式的 MOSFET。而且，在兩種增強型金氧半電晶體中，本書大部分僅使用