

# 積體電路的高速列車

積體電路的技術發展日新月異，就像一部高速列車，自西元1960年問世以來，已經為人類的生活帶來了革命性的轉變。

■ 李佩雯

## 從國防到民生工業

起初，積體電路的應用僅限於國防工業，因而蒙上了一層高不可攀的神祕面紗。但隨著半導體製程技術和電路系統設計概念的進步與成熟，1970年代末期，積體電路的應用就擴大到民生工業。

最具代表性的就是個人電腦的出現，不僅顯著提升計算與資料處理的速度、能力，更進一步帶動網路、有線與無線通訊、休閒娛樂等的發展，甚至徹底地改變了我們的生活型態。例如，傳統的郵寄信件幾乎已被迅速確實的電子郵件、即時通等網路通訊所取代；方便又可即時比價的網路購物大大紓解了耗時費力又人潮擁擠的購物之苦；電動遊戲不僅解決了需要視天候與特殊場地才可進行休閒運動的不便，更促進了家人親友的互動。

積體電路不但提供了日常生活的便利，更以其「輕薄短小」、「求新求變」的利基和訊號處理，以及與生醫科技相互結合的發展，具體改善了醫療品質與正確性，如微型化內視鏡、電子耳、各式生醫輔助器等。

起初，積體電路的應用僅限於國防工業，但隨著半導體製程技術和電路系統設計概念的進步與成熟，積體電路的應用就擴大到民生工業。

積體電路技術之所以能迅速融合且大幅改變了我們的日常生活，主要原因之一是持續不斷地朝著「輕薄短小」的微型化與快速準確的功能精進。



- 迅速確實的電子郵件、即時通等網路通訊，大大地解除了傳統郵寄信件的費時與費工之苦。



- 電動遊戲提供了不需要視天候與特殊場地的另一休閒運動選項

## 微型化與高速化

積體電路技術之所以能迅速融合且大幅改變了我們的日常生活，主要原因之一是持續不斷地朝著「輕薄短小」的微型化與快速準確的功能精進。例如，積體電路中的關鍵元件—電晶體，平均每18個月就把面積微縮一半，也就是，平均每2年每單位面積

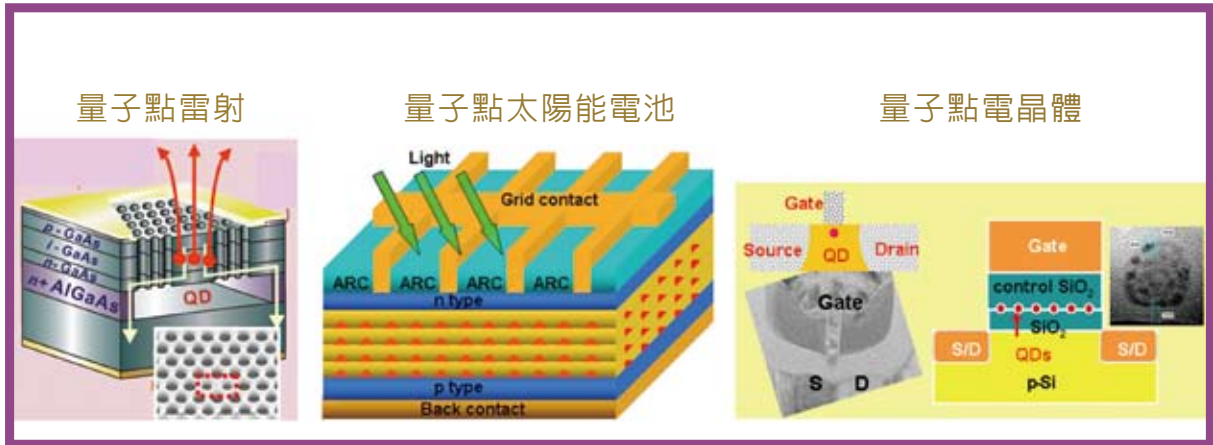
下電晶體數目增加2倍，這就是所謂的「摩爾定律」(Moore's Law)。加速元件的工作速度與增加單位面積內的元件數目，才能滿足日益劇增的功能需求。

目前，記憶體電路中最小的電晶體通道長度已微縮到45奈米(1奈米=1/1,000,000,000公尺)，甚至22奈米。換言之，在

1平方公分的平面下，含有上千萬或上億顆電晶體，它們彼此交互作用，處理運算數量龐大的資料。而要維持甚至加速這微縮定律，就有賴於精密的積體電路製造與設計技術。

## 未來的擴大應用

積體電路高速列車依然會不



● 各樣新穎的奈米量子元件應用，如量子點單電子電晶體、記憶體、量子點光子晶體雷射、量子點太陽能電池等原型功能性的奈米元件。

斷地快速往前奔馳，但是絕對不會墨守成規地遵循50年前或20年前的軌道。事實上，積體電路高速列車一直以來都在挑戰半導體物理、製程與設計技術的極限，屢屢創造出各式各樣難以想像的奇蹟。

未來，這列車的車頭上會懸掛著不同中繼站的車牌，以不同的面貌向各個目的地邁進。尤其是，現在積體電路的關鍵元件尺寸已經微縮到奈米的尺度，正式進入了量子力學的範疇。有別於傳統巨觀塊材的古典物理，更多有趣的量子

力學理論與現象已為積體電路、光電或生醫系統提供了可以揮灑與調配的多元空間。

例如，以現今的積體電路製造技術，可以製造出各式各樣的奈米量子結構如量子井、線，甚或點（小於10奈米）。目前許多實驗室也紛紛以各式各樣新穎的奈米量子結構如量子線或點為平台，明確地驗證了多元的量子效應與可能的元件或系統應用，如量子點單電子電晶體、量子點單光子雷射、量子點太陽能電池、量子線生醫偵測器等原型功能性的

奈米元件。

因此，以現有成熟、尖端的積體電路技術為基石，未來可廣泛應用於醫療照護、生醫檢測、能源節約、資訊安全防護等領域。

李佩雯

中央大學電機工程學系