

## 獨特的電晶體-記憶體雙模式操作可互換設計 創新二維電子元件引

### 領半導體技術新未來

[感謝本校秘書室媒體公關組提供資料](#)

隨著科技飛速的發展，半導體技術正面臨前所未有的挑戰。在國科會「Å 世代前瞻半導體專案計畫」及學門計畫的支持下，由國立清華大學電子所蔡孟宇博士、研發長邱博文教授、國立中興大學物理系林彥甫教授和資工系吳俊霖教授等共同組成的研究團隊，成功開發出新穎的雙模式二維電子元件，不僅突破了傳統矽晶圓的物理限制，還為高效能計算和半導體製程簡化開啟了新的方向。這項重要的研究成果已在 2023 年 9 月發表於國際知名學術期刊《自然電子》(Nature Electronics)。

這項電子元件的最大關鍵突破在於實現「記憶體」和「電晶體」兩種模式之間功能自由切換的可行性，這就像是同一個裝置可以在需要時變成存儲裝置或是處理數據的工具。「光」在這裡扮演了一個關鍵角色，就像是啟動元件功能的「鑰匙」。當光照射到這種元件時，它就像被「解鎖」一般，元件隨即切換到「記憶體模式」，在這種模式下，它能夠動態地調整電荷的屬性和集中度，即可存儲數據。而在沒有光照射的情況下，元件則保持在「電晶體模式」，就像是被「上鎖」一般，能夠維持穩定的開關運算功能。這種突破性架構的提出，首次使電子元件賦予多重模態靈活切換的可行性成真，因為可以快速切換應用，在處理複雜的計算和儲存功能更有效率。

這種創新元件的結構非常獨特，建立在傳統二氧化矽基板之上，並堆疊二維凡德瓦異質結構所組成，主要核心材料包含二維雙極性半導體(二硒化銻)以及二維絕緣體(六方氮化硼)。這使得光能夠誘導二硒化銻生成大量的電子-電洞對，並使其中一方的載子(電子或電洞)注入到六方氮化硼與二氧化矽基板之間的介面，從而實現電荷極性操控與存儲的功能。

除此之外，這雙模式都能展現各自獨特的操作特性。具體來說，在「電晶體模式」下，它能夠根據需要調整成不同類型的電晶體配置(N 型或 P 型)，從而實現從基本到複雜的各類邏輯閘單元，這對於簡化現有電子元件的設計及能耗，建構更高效的電路和系統，以及處理複雜的計算任務非常重要。在「記憶體模式」下，則模擬人腦的神經突觸功能。特別是在結合卷積神經網絡的應用時，它能夠有效地參與圖像識別過程，大幅提升了處理複雜視覺任務的能力。這不僅顯示了其在神經形態計算領域的潛力，也為人工智能技術帶來了新的發展方向。

在當今數據密集和高度集成的數位時代，由國立中興大學和國立清華大學共同研究團隊所開發的這項雙模式操作二維電子元件，在半導體技術上展現了重大的突破。這種在光控制下的電子元件，不僅可以在記憶體和電晶體模式之間靈活切換，還為新一代電路集成設計與神經網絡應用提供巨大的潛力。這項研究未來將有機會利用大面積陣列化應用於半導體製程中，實現製程簡化與效能提升，並且有望一舉突破半導體微縮化的瓶頸限制。