



# 坐3望2搶1— 半導體先進製程研發幕後推手

技術主編：陳蓉萱 J. H. Chen

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 電鏡技術開發與應用研究室 經理

學歷：國立交通大學(NCTU) 材料科學與工程學系 博士

專長：電子元件故障分析

近年來由於美中貿易戰引起的轉單效應、疫情影響宅經濟驅動的筆電需求，以及5G、AI、物聯網、車用電子、元宇宙等新興應用，對於GPU、HPC、AI高階晶片的需求量大增，也帶動了半導體產業鏈蓬勃發展。資策會MIC報告指出，2021年全球半導體市場規模達5,509億美元，成長率25.1%，此成長動力也將延續至2022年，預估2022年全球市場規模將達6,065億美元，成長率10.1%。

隨著終端應用面愈來愈廣泛，舉凡航太、5G商轉應用、大數據、智慧載具，其實都離不開高速運算，因此讓高階半導體晶片需求持續看漲。目前半導體的先進製程隨著7奈米、5奈米開發逐漸成為高階製程主流，現行採用的鰭式場效電晶體(FinFET)架構在電晶體效能及製程微縮將碰到發展瓶頸，FinFET可以改善平面式(Planar)電晶體遭遇的漏電問題，使半導體製程持續推進至5奈米節點，延續摩爾定律。在電晶體尺寸持續微縮下，FinFET的設計將會碰上空間跟技術上的挑戰，每個電晶體鰭片(Fin)數量減少，電晶體電流量因此下降，造成電晶體整體效能降低，促使電晶體架構的轉換成為必然的趨勢。

環繞式閘極(Gate All Around; GAA)電晶體架構將成為高階半導體製程技術的另一個分水嶺，此結構可在更小的面積當中堆疊多個鰭片，等於是在相同的驅動電流下可提供更快的電晶體速度，於是在既定的電晶體效能下，達成電晶體微縮的效果，但其製造生產的困難度較FinFET更高。日前三星電子宣布將在2022上半年開始使用新一代GAA技術為客戶生產3奈米製程晶片；而台積電3奈米製程仍沿用FinFET技術，2奈米製程才導入GAA技術，目前預估2奈米製程將於2024年發表；英特爾的Intel 20A製程GAA元件也預計在2024年逐步量產。

針對新電晶體架構GAA元件，掌控三維結構與元素分布，以及元件內部應力變化，將成為半導體製程參數調控的關鍵因素，因此建立自動化三維斷層掃描技術與高階元件應力分析技術，為目前高階半導體檢測重要的發展目標。此外，在先進半導體製程推進過程中，極紫外光微影(EUV)技術的開發與製程原物料不純物的控制，亦是先進半導體製程良率提升與維持技術優勢的關鍵，本專題針對半導體先進材料超痕量分析技術與關鍵極紫外光微影製程所需檢測技術亦做了深入的探討與說明。期能透過精密的高階半導體檢測技術扮演幕後推手，在半導體製程「坐3望2搶1」的研發競爭邁入全新階段之際，加速並落實國內先進晶片製造及元件應用之技術深耕與自主化能力。📍