



# 化合物半導體材料—近代高性能電力高頻通訊元件基礎

技術主編：黃揚升 Y. S. Huang

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 高純無機材料製程開發研究室 經理

學歷：國立成功大學(NCKU) 航空太空工程學系 博士

專長：金屬粉體技術、合金熔煉

近十年隨著電動車的技術快速成熟，加上全球社會持續加重對高速網路的需求與依賴，這些相關技術所採用的電力電子元件材料也面臨瓶頸與挑戰。以電力元件為例，矽基功率元件不管於耐壓、功率、效率皆無法滿足電動車的應用需求，須改以具有更高阻斷電壓的SiC功率半導體元件，來達成600 V~1,200 V之間低損耗、高速的功率元件開關。上述優異的耐壓及高速特性，主要來自於化合物半導體的寬能隙(Wide Band Gap; WBG)特性，其代表材料有SiC以及AlN等，與Si(能隙 = 1.12 eV)相比，其能隙分別為3.2 eV以及6.2 eV。一般而言，化合物半導體材料的熔點較高，無法應用傳統單晶矽晶棒的柴可拉斯基法進行單晶成長，必須透過物理氣相傳輸(Physical Vapor Transport; PVT)，將SiC或AlN材料以單晶的型態逐步磊晶於坩堝頂部，其製程必須同時考量化合物半導體原料粉末的粒徑極配、原材料純度、化合物元素配比、長晶坩堝設計、熱場分布/模擬計算等。

台灣半導體產業對於化合物半導體的代工製程早已積極布局，主要分為台積電、中美晶、漢民以及聯電四大陣營。台積電於2015年已開始著手建置GaN/Si的代工製程技術，並與意法半導體合作生產100 V及600 V的高壓車用功率IC/元件。聯電則同樣投入GaN/Si的晶圓代工技術開發，並著重於生產鏈前後段整合，將產品線延伸至GaN晶圓凸塊及WLCSP封裝。中美晶則藉由轉投資宏捷科，投入GaN/Si及GaN/SiC的製程能量建置。漢民集團下則各自由漢磊投入GaN MOSFET、GaN E-HEMT、Si SBD以及SiC MOSFET製造技術，嘉晶則投入化合物半導體的磊晶製程技術，成為國內唯一具備GaN以及SiC磊晶基板之供應商。

相對於代工製程，台灣業界目前對於化合物半導體的晶圓，以及製造晶圓的原材料投入相對較少；在SiC晶圓及材料部分，目前已積極投入的廠家有盛新、穩晟、越峯等公司，分別於半絕緣型SiC基板、N型SiC基板以及高純SiC長晶用原料有相對成熟的生產技術能量。我國政府近幾年於南台灣積極布局化合物半導體材料開發，已補足我國於SiC、AlN、化合物半導體封裝技術及AlSc靶的技術缺口，透過產政學研的戰略合作布局，帶動南臺灣化合物半導體的產業聚落發展。

本技術專題，將著重於化合物半導體材料的技術介紹，包括：SiC/AlN長晶用原料及晶圓合成技術、在複雜半導體長晶製程及檢測中所採用的AI材料技術，以及用於高頻濾波器的AlN薄膜之AlSc靶材生產技術等，期許能讓讀者以最短的時間了解化合物半導體材料的技術發展概況。🔗