

# 高效率高頻高積體化轉換器研發

作者：辛裕明，綦振瀛，邱顯欽，郭浩中，夏勤，劉宇晨，邱煌仁  
 單位：國立中央大學/長庚大學/陽明交通大學/宜蘭大學/台灣科技大學

## 計畫背景

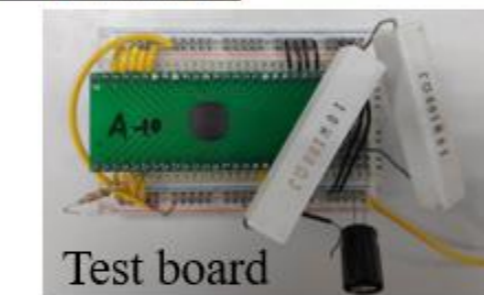
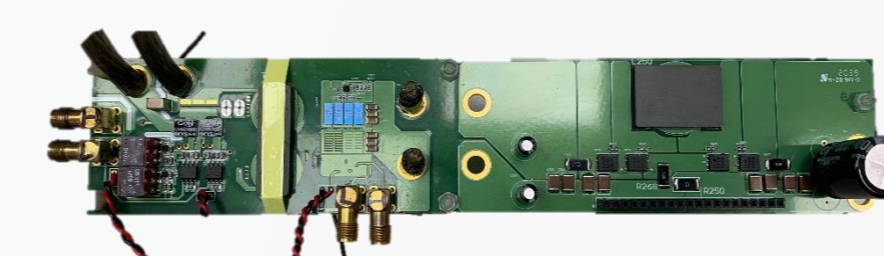
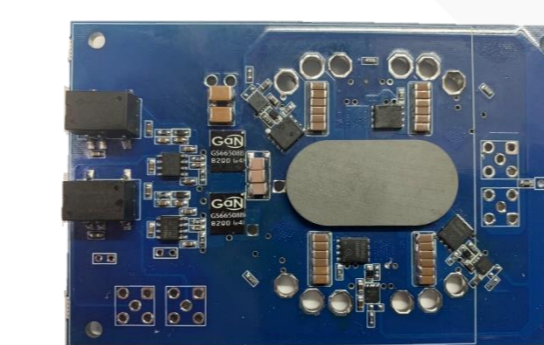
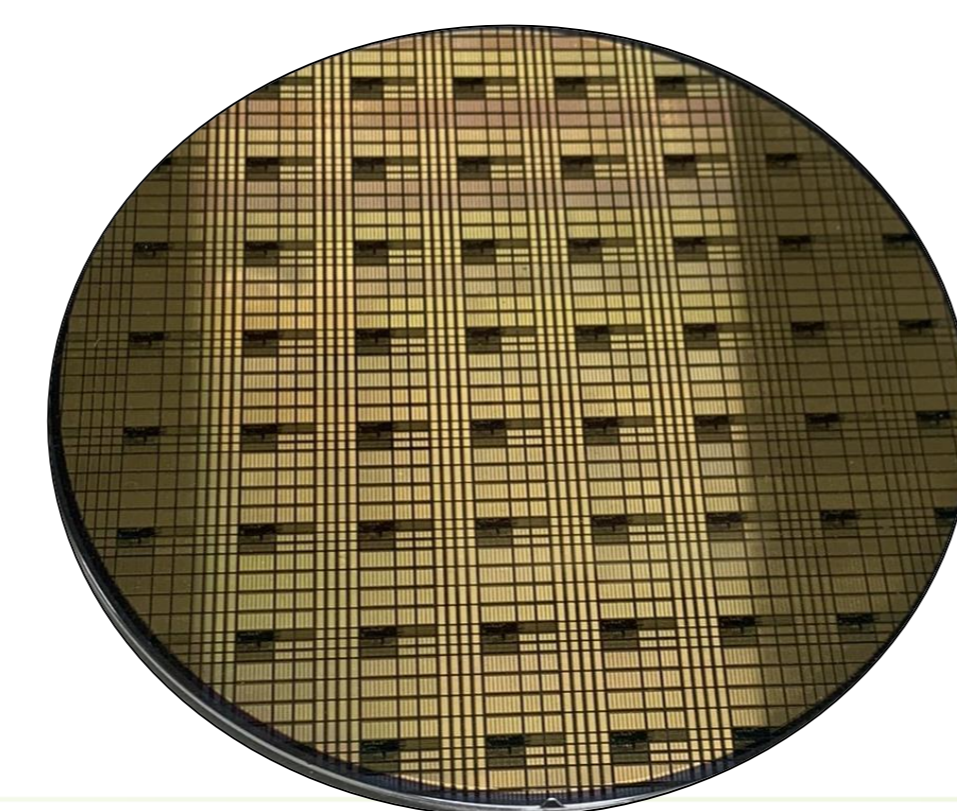
由於人類對於能源的需求不斷提高，**寬能隙半導體GaN**是發展低耗能項目的重點關鍵元件之一，其優點為切換速度快及高耐熱係數，可使元件擁有低耗能、縮小化及高密度電流等特性。此元件廣泛應用在車用充電器系統、太陽能換流器以及伺服電源供應器。本計畫是透過開發的寬能隙元件應用在實際的**伺服電源供應器**電路上。

計畫項目	主持人/共同主持人	計畫名稱
子計畫一	辛裕明 綦振瀛	氮化鎵材料之 <b>磊晶開發</b> 和元件 <b>可靠度分析</b> 與 <b>模型</b> 建立
子計畫二	邱顯欽 郭浩中	前瞻高效率高頻積體化氮化鎵場效應 <b>功率電晶體</b> 及其 <b>封裝技術</b> 開發
子計畫三	夏勤 劉宇晨 邱煌仁	採用寬能隙元件實現高效率高頻及高功率密度 <b>轉換器</b> 及 <b>積體化驅動IC</b> 之研製

## 總體目標

總計畫目標規劃達成採用**寬能隙元件(GaN HEMT)**建構的高功率轉換器(converter)系統，且分別採用**表面安裝封裝元件**和**積體化**來達成**高效率、高頻、高功率密度**目標。

規格	高功率高效率高頻轉換器(雲端伺服器)	積體化高密度高頻轉換器(高功率筆電充電器)
輸入/輸出電壓	380/12 V	380/19 V
切換頻率	≥ 1 MHz	≥ 1 MHz
功率	1 kW	190 W
功率密度	≥ 55 W/cm <sup>3</sup>	≥ 10 W/cm <sup>3</sup>
峰值效率	≥ 97 %	≥ 96 %



## 成果亮點

- 以**有機金屬氣相磊晶法**成長氮化鋁鎵/氮化鎵與氮化銦鋁鎵/氮化鎵高電子遷移率電晶體異質結構於6吋矽基板上。
- 氮化鎵元件因為材料或製程上的缺陷，在高壓高電場的開/關切換時，通道載子濃度會跟著改變，導致在不同開/關偏壓條件下，導通電阻會增加。利用**雙脈衝測試(DPT)**的**測試設計**，進而建立元件的動態導通電阻評估，方便元件在系統電力電路的應用。
- p-GaN HEMT **微波退火技術**:以低溫微波退火的技術，抑制p型閘極內Mg 離子二次活化引發外擴散之效應，使其元件性能提升。
- 低熱預算、高熱穩定性p-GaN Gate E-mode HEMT技術中以**a-Si 輔助層**以形成更厚的TiN 界面層，在550°C的退火溫度下保證了0.6 Ω-mm的低接觸電阻。
- 以全GaN元件(E/D-mode)設計製造半橋/低側驅動器，並**與功率GaN整合於同一基板**。
- 透過鐵心結構的設計，使**諧振電感與變壓器**可以**整合**至同一顆磁性元件上。

