

UnitedSiC：SiC FET 價格可媲美矽基超接面元件

■文：任苙萍



照片人物：UnitedSiC 執行長 Chris Dries

碳化矽功率半導體領先製造商聯合碳化矽 (UnitedSiC) 執行長 Chris Dries 表示，在寬能隙 (WBG) 功率元件的市場上，碳化矽 (SiC) 和氮化鎵 (GaN) 將在此後十年中持續快速成長，兩者並非取代關係或互斥選擇，而是每種材料系統都會找到合適的應用。UnitedSiC 預期碳化矽將持續佔據 650V 以上應用的主導地位，而氮化鎵將持續在 650V 以下找到許多應用來取代矽元件。兩者最大的區別在於：SiC 功率元件利用垂直電流流動來經過主動元件層，並進入高導電基板；

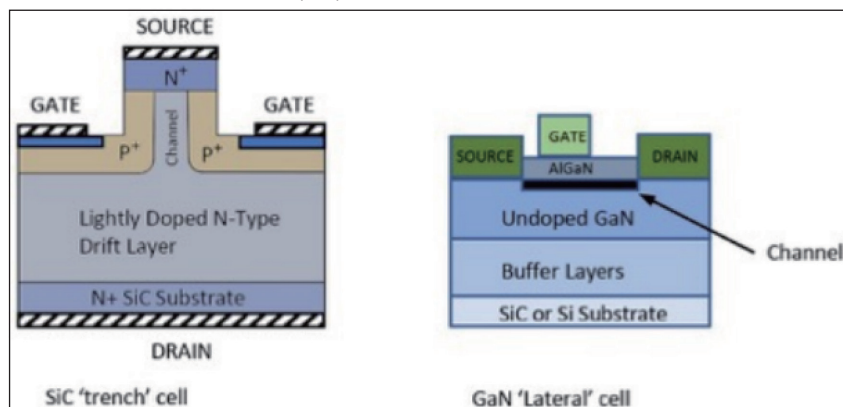
而 GaN 是採用橫向電晶體結構，通常用於價格較低的矽基板。

Dries 主張，雖然使用 Si 代替 SiC 作為基板，可提升氮化鎵的成本效益；殊不知 SiC 具備特徵導通電阻優勢（影響晶粒尺寸），更跳脫一般所認知的成本優勢。UnitedSiC 目前提供的 SiC FET（場效電晶體）價格可媲美同業的矽基超接面 (Superjunction) 元件，因為晶粒尺寸較最佳的矽基競品小了十倍！如前所提，GaN 和 SiC 預期將持續成長，但 SiC 因先一步入市，未來幾年會有較大的規模，第三方獨立研究報告也多抱持相同論點。他指出，目前電動車使用 SiC 的三個主要應用領域是：DC-DC

轉換器、車載充電器和牽引逆變器 (traction inverter)。

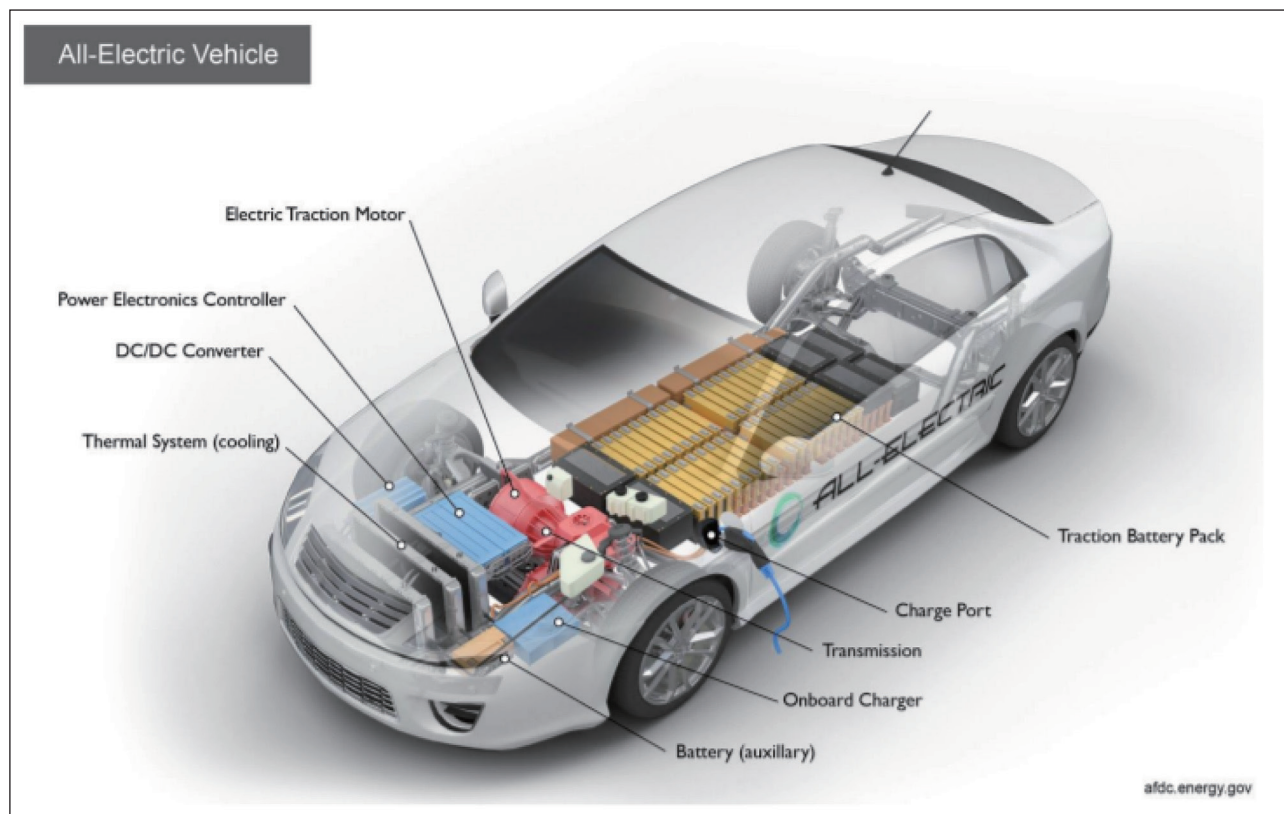
DC-DC 轉換器是用於降低電池組的高壓電，以便為 12V 車載系統供電；車載充電器裝有功率因數校正電路，通常使用相移式全橋 DC-DC 級來為電池充電。在這兩種應用中，相較於 Si，使用 SiC 的主要原因是：它提升了整體效率和功率密度。在牽引驅動中，SiC 一般不會使用高於矽基 IGBT（絕緣閘雙極電晶體）的頻率，會去使用多半是著眼於 SiC FET 的傳導耗損先天就比較低——因為相較於 IGBT，SiC FET 的電流電壓特性缺少了「切入電壓」(Knee Voltage)。UnitedSiC 的元件由主

圖 1：SiC vs. GaN JFET 晶胞 (cell) 結構



資料來源：UnitedSiC；<https://unitedsic.com/whitepaper/Practical-considerations-when-comparing-SiC-and-GaN-in-power-applications.pdf>

圖 2：電動車之功率轉換元件分佈



資料來源：UnitedSiC；[https://unitedsic.com/whitepaper/USCW002\(A3\)SiCFETsInEVAApplications_.pdf](https://unitedsic.com/whitepaper/USCW002(A3)SiCFETsInEVAApplications_.pdf)

要處理基於 Si CMOS 裝置的晶圓廠製造，可產出類似 Si 的良率。

有些製程步驟需在高溫下運行 SiC 專用設備。當然，在晶粒尺寸方面，採用先進技術的挑戰之一是：要透過較小的晶粒面積進行散熱，而 UnitedSiC 可借助相當先進的晶粒黏著 (Die attach) 技術來解決這個問題。未來，射頻產品所採用的一些技術或許會擴展至功率器件範疇。Dries 介紹，UnitedSiC 的元件結構在市場上獨一無二，並提供使用者標準的矽閘極驅動，使用戶「可透過簡單的路徑將現有的矽設計升級為 SiC」。在提供業界最佳本體二極體 (body diode) 效能的同時，還提供幾乎不受溫度影響

的極低反向恢復 (Qrr)。

導通電阻的正溫度係數使 UnitedSiC 的元件極易並聯。特別一提的是，其新一代元件提供保證的「短路耐受時間」，這對電機驅動應用 (如牽引逆變器) 至關重要，預期未來幾年將佔據大部分業務。

最後，SiC 及 GaN 電源解決方案的專業代理商益登科技 (Edom) 技術應用中心技術經理陳德瑋補充，1KW 以上的功率電壓較高電流較大，而 SiC 的優勢在於：降低電能轉換的能量損耗、更容易實現小型化、更耐高溫高壓。依照目前的製程技術來看，SiC 較具優勢、輕鬆實現 1KW 以上的產品；而 500W 以下小體積高功率密度產



照片人物：益登科技 (Edom) 技術應用中心技術經理陳德瑋

品則推薦 GaN 解決方案。

陳德瑋解說，這是因為 GaN 擁有更高的功率密度輸出及更高的能量轉換效率，且可使系統有效增加單位能量密度，縮減電力電子裝置的體積和重量、實現小體積高功率產品。不論在 AC-DC 及 DC-DC 應用領域裡，益登皆可提供專業支援。

CTA