

ST：掌握複雜製程專利 效能、可靠擺第一！

■文：任苙萍



照片人物：ST 汽車和離散元件產品部 (ADG) 大眾市場業務拓展負責人 Giovanni Luca SARICA

意法半導體 (ST) 旗下既有碳化矽 (SiC)、也有氮化鎵 (GaN)，怎麼定位這些產品？如何保持可靠性？汽車和離散元件產品部 (ADG) 大眾市場業務拓展負責人 Giovanni Luca SARICA 一開場就聲明：擁有同級產品中的「最佳效能」是最大優勢，這對於研發和製造電動汽車的車廠來說極其重要。理論上，碳化矽是 > 600V 高壓應用系統的最佳選擇，例如，純電動汽車 (EV) 的驅動馬達逆變器 (inverter)，而氮化鎵 (GaN) 則是功率轉換系統的理想方案，特別適

用於車載充電器或 48V 直流轉換器。事實上，氮化鎵非常適用於混合動力汽車 (HEV)。

鞏固料源後，下個策略 目標：8 吋晶圓生產 SiC

一言以蔽之，SiC 和 GaN 不僅可提升效能，還可縮小被動元件和冷卻系統的尺寸，使新能源汽車的模組廠能研發功率配置更緊密的解決方案。ST 迄今擁有逾 70 項碳化矽相關專利，掌握所有複雜製程技術，是業界首家可量產符合嚴格汽車品質要求的碳化矽半導體廠；之所以能達到可靠性要求，歸功於在汽車領域的多年研發經驗及走在 SiC 製程最前沿的堅定承諾。順帶一提，為鞏固碳化矽料源、提升製

造彈性以促進在汽車和工業的商用化，ST 今年初與羅姆 (ROHM) 子公司、也是歐洲 SiC 晶圓市佔第一的 SiCrystal 簽訂碳化矽晶圓長期供應協議。

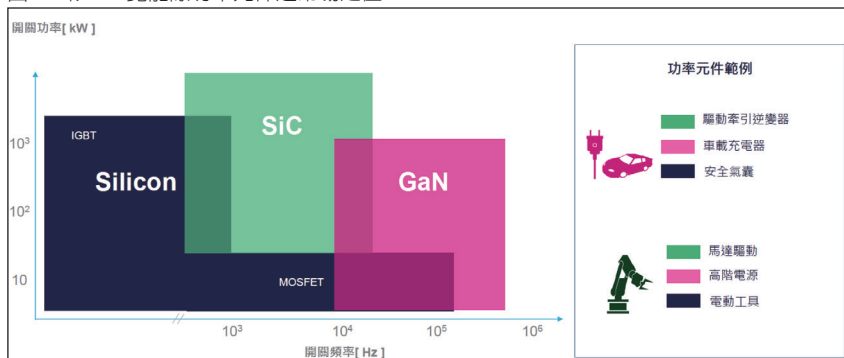
SiCrystal 將向 ST 提供總價超過 1.2 億美元之先進 6 吋碳化矽晶片，滿足碳化矽功率元件日益成長的需求。至於氮化鎵是一項非常新的技術，雖然眼下市場規模還很小，但是很有前景。ST 在加快 SiC 投入的同時，也圍繞 GaN 展開多項商業行動，例如，與最大的科研機構和知名大學合作探索氮化鎵的物理和熱屬性，擴大材料領域的專業知識——SARICA 強調，這是發現、瞭解問題並防止任何可能出現問題的基本步驟。同時，ST 還加入 JEDEC 委員會的 GaN 專

圖 1：新能源汽車的三大電源模組



資料來源：ST 提供

圖 2：矽 vs. 寬能隙功率元件之市場定位



資料來源：ST 提供

題工作組，對於評估、制訂最佳 GaN 測試方法和規範以達到汽車可靠性，至為重要。

SARICA 經由比較物料清單 (BOM) 發現：電動汽車的整車半導體平均總成本是傳統汽車的兩倍，而電動汽車有高達五成的總成本與功率元件有關。因此，對於功率晶片市場最大供應商之一的 ST 來說，透過製造 12 吋功率晶片來擴大矽晶片產能、強化產品競爭力，非常具有策略意義；有鑑於電氣化正在推動電源產品需求強勁成長，下個策略目標是將 SiC 從 6 吋遷移到 8 吋生產線，這點從收購 Norstel 公司就不難感知其意在產業鏈垂直整合的用心，惟仍將繼續擴展 6 吋矽晶片生產；一旦市場需要，ST 可儘快支援並加速 8 吋 SiC 生產線升級。

SiC 的成本優勢不在於元件本身，而在車輛整體成本！

如此一來，可同時提升總體產能並帶來規模經濟效益，預料屆時多數半導體生產線都將開始採

用 8 吋製造設備。SARICA 透露，根據 2019 年協力廠商獨立研調機構的整車半導體成本推算，單純就功率元件比較，SiC 方案的每輛整車成本較 IGBT 多出 300 美元。如今，隨著製造規模變大、SiC 技術改善，ST 推估兩者的成本差距正在縮小；與矽基元件相比，SiC 的成本優勢不在於元件本身，而在車輛整體成本！當採用 SiC 時，開關頻率可以設計得更高以提升元件效能、降低被動元件的尺寸／成本。眾所周知，被動元件在應用系統總成本中的佔比很高。

當採用較小的被動元件時，還可縮小模組的整體尺寸並再次降低應用整體成本。再者，當 SiC

解決方案獲得更高效能時，還可降低動力電池冷卻系統的尺寸——這是導致整體成本增加的主因。根據獨立分析機構預測，相較傳統矽基解決方案，SiC 解決方案可使「整車半導體成本」節省 2,000 美元。另一方面，SiC 有助於提升車輛性能、延長新能源汽車的續航里程、帶來更好的綜合使用者體驗，並加快車輛充電速度。這些要素對於新能源汽車的市場普及極為重要。ST 觀察到，SiC 在新能源汽車市場的應用趨勢正在上升，惟車用 GaN 元件還未「上路」。

由於成本因素和性能優勢，SiC 最初被廣泛用於高階車款，但今天已成為中階量產純電動汽車 (BEV) 的致勝方案，預估 2020 年將有 40% 以上的純電動汽車採用 SiC，2025 年滲透率將會更高，將有逾七成的電動汽車使用碳化矽。SiC MOSFET 主要用於驅動馬達逆變器，在該領域市佔超過八成的 ST 觀察到：多數製造大廠已在下一代新能源汽車上選用 SiC MOSFET，但這並不意味 IGBT 將會消失，所有中階電動汽車和

圖 3：SiC MOSFET 在電動車的優勢



資料來源：ST 提供

HEV 將繼續使用 IGBT。展望未來，IGBT 將繼續在車用元件中發揮作用，主要用於四輪汽車的副邊逆變器 (secondary inverter)。

低階車款仍有 IGBT 生存空間，空調系統逆變器是新舞台

這種情況下，IGBT 可能是一個很好的折衷方案。此外，傳統內燃機 (ICE) 汽車通常透過傳動皮帶驅動空調壓縮機運轉，當傳統汽車變成電動汽車時，空調系統需要另外增加一個逆變器，對於 IGBT，這又是一個新的大市場。ST 亞太區功率離散元件和類



照片人物：ST 亞太區功率離散元件和類比產品部區域行銷及應用副總裁 Francesco MUGGERI

圖 4：ST 將智慧功率矽的成功延續到智慧功率 GaN



資料來源：ST 提供

比產品部區域行銷及應用副總裁 Francesco MUGGERI 揭示，將 SiC MOSFET 和 IGBT 相提並論時，95% 皆鎖定在「驅動馬達的逆變器」身上；直到兩年前，它還是 IGBT 的天下，主要用於早期的電動汽車或低階的低電壓 HEV，但 IGBT 性能比不上 SiC。此刻市場雖已起了變化，但 IGBT 仍將繼續存在。

放眼坊間在售車款。特斯拉兩年前推出的 Model S 和近期推出的 Model 3 新車，中高階量產車款已完全採用 SiC，而低階車款仍沿用 IGBT。MUGGERI 認為，雖然 SiC MOSFET 產品仍處於起步階段，尚有改進的空間，但受惠於產能增加、擁有成本降低及續航里程延長，未來市場將更屬意 SiC 技術。目前 SiC MOSFET 主要用於驅動馬達逆變器和車載充電器，而車上其它系統仍然使

用 MOSFET，也許將來低壓部分將轉而使用 GaN。ST 不僅是首家 SiC 車規級產品供應商，更是第一家「完成汽車產品可靠性測試」的公司，成功經驗將有利 GaN 的開發和問市。

MUGGERI 表示，當涉及新技術時，「價值創造」是關鍵。相較傳統矽技術，SiC 和 GaN 等新技術眼下還處於市場導入初期，但發展速度非常快速。SiC 技術的最大結溫能達到 200°C 上，而最好的傳統矽基元件只能在 175°C 以下運作；SiC 技術使元件能承受非常惡劣的工作條件，且耗散功率更低。從這個角度看，這些新技術所創造的價值遠超過先前；這涉及許多要素，包括成本結構、技術複雜性和創新。長遠來看，SiC 和 GaN 售價終將趨於親民，但因為其創造的巨大價值和技術本身的複雜性，仍將與矽基元件保持適當的價格差距。CTA