

# 英飛凌：汽車電氣化驅動寬能隙功率半導體大規模應用

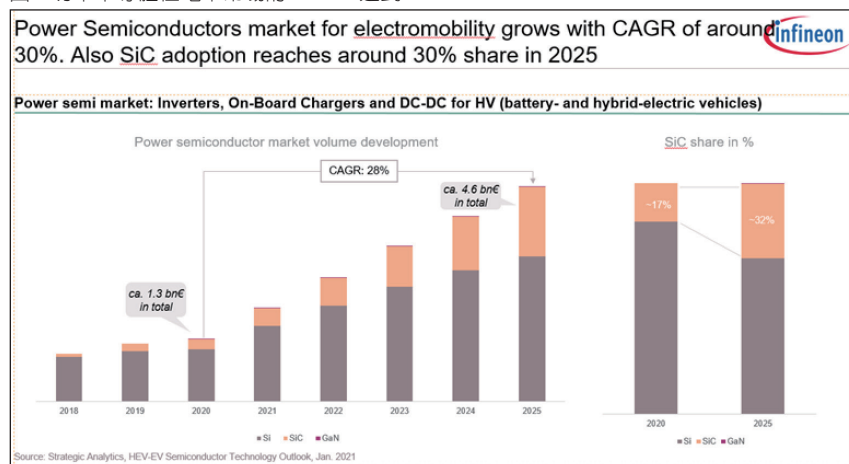
■文：編輯部專訪整理

## 多種功率元件在新能源汽車中共存

在新能源汽車領域，SiC 正在越來越多地被採用，特別是在車載

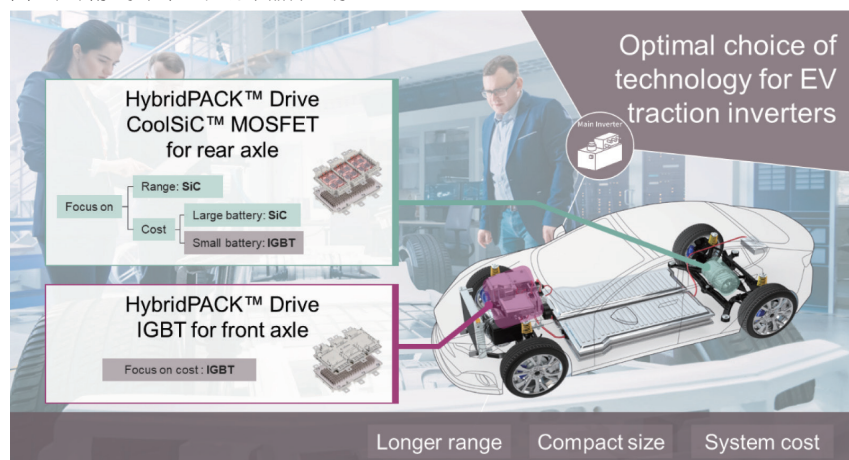
充電器、高低壓 DC-DC 轉換器，以及牽引逆變器等應用中。SiC 在全球新能源汽車市場的規模顯著，參考 SA 的預測，到 2025 年車載功率半導體的市場規模會達到

圖：功率半導體在電車市場的 CAGR 達到 28%



圖片來源：Infineon

圖：在新能源車中多種功率器件並存



圖片來源：Infineon



照片人物：英飛凌工業電源控制事業部大中華區高級市場總監沈璐

46 億歐元的規模，複合增長率高達 30%。其中 SiC 的滲透率也將從 17%(2020 年) 快速增長到接近 32%(2025 年)。

未來數年中，不同的半導體技術將並存於市場中，在不同的應用場景中分別具有特殊的優勢。在牽引逆變器中，基於不同的里程、效率和成本考量，SiC 和矽基 IGBT 各有各的發揮空間。例如，SiC 用於後輪驅動，可提升续航里程；而矽基 IGBT 則用於前輪，以便優化成本。在極端情況下，例如車載充電器中，在同一架構下，會

同時採用多達五種不同的半導體技術，包括 IGBT，矽基二極體、矽基 MOSFET，超接面 MOSFET 和 SiC MOSFET。

電動汽車充電是一個新興的應用，其發展方向是更大功率，以縮短充電時間。

“為更大幅度地減少充電時間，目前業內直流的充電樁已經從單機系統功率 120 千瓦開始突破到 240 千瓦，甚至是 360 千瓦。與此對應的充電樁的功率模組，也從傳統的 15 千瓦、20 千瓦，開始繼續升級到 30、40 甚至是 60 千瓦。這樣就需要更高功率密度的功率半導體解決方案，為此英飛凌按照應用要求開發了 IGBT 和碳化矽模組，碳化矽的應用顯著提升系統效率。”SiC- 英飛凌工業電源控制事業部大中華區高級市場總監沈璐

車載充電器，OBC 功率也在提升，從 3.3 千瓦到今天的 6.6 甚至 11 千瓦，電動車的系統電池電壓也在從 400 伏，向著 800 伏發展，SiC MOSFET 作為 1200V 的高速開關元件，是 800V 和 11 千瓦系統的理想解決方案。

直流充電樁和 OBC 發展到今天，碳化矽和基於 Easy 封裝模組的碳化矽模組扮演著重要的角色。

## 英飛凌與車企展開深入合作 推進 SiC 應用

“在 2021 年生產的約 600 萬輛電動汽車和插電式混和動力汽車中，有一半配備了英飛凌功率半導體元件。在新的汽車專案中，我們



照片人物：英飛凌汽車電子事業部大中華區高級市場經理高金萍

看到從矽基 IGBT 技術轉向 SiC 技術的大範圍過渡。”英飛凌汽車電子事業部大中華區高級市場經理高金萍表示。

2021 年 3 月，英飛凌發佈了能提供業界最佳開關和導通損耗的 650V CoolSiC™ Hybrid 分立元件。與對應的矽元件相比，它具有更高的可擴展性，並且已經為多款車型所採用。

2021 年 5 月份英飛凌發佈了用於牽引逆變器的 HybridPack-Drive CoolSiC 產品。HybridPack-Drive 系列產品的出貨量已超過一百萬片，被用於全球超過 20 個汽車平臺。新的 HybridPack-Drive CoolSiC 產品是市場上首款經過車規認證的模組，與對應的矽元件相比，可擴展能力很強，可輕鬆覆蓋 180kw 功率段。該產品基於改進的溝槽式閘極 MOSFET 技術，同時具備高可靠性和高性能的特點。該產品可用於 800 伏電池系統，具有 2 個可選擇的電流等級，並已在現代汽車 (Hyundai) 800V e-GMP

平臺新款車型 Ioniq 5 上投入使用。

目前已有超過 20 多家整車廠及 Tier 1 供應商正在使用及評估英飛凌的 SiC 產品。CoolSiC Schottky diode 已應用於歐洲一個主要汽車平臺的 OBC 系統中，並正準備量產。另一個成功案例是，HybridPack Drive 已經在亞洲一家主要電動車廠家的逆變器系統中量產。

## 積極擴充寬能隙功率半導體產能

WBG 元件的價值最初來自於性能提升，隨著價格下降，某些設計的系統成本將接近於矽基的設計。這為 WBG 器件開啓更廣泛的市場提供了良好的基礎。

高金萍表示，除了技術演進之外，市場的發展和規模經濟也是重要的影響因素，因此很難預測 SiC 半導體的價格將如何變化。英飛凌作為領先的功率半導體廠商，對 SiC 的未來比較樂觀。”

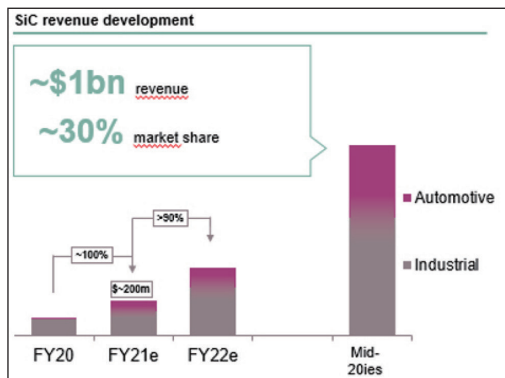
英飛凌預計在 2022 會計年度，碳化矽業務將增長 90%，到 2020 年代中期銷售額將達到 10 億美元，市場份額將達到 30%。為了確保供應安全，英飛凌依靠廣泛的供應商網路和與不同合作夥伴在雙邊層面上開展的眾多合作。

位於奧地利菲拉赫的 300mm 晶圓廠已於 2021 年底投產，將很大程度上擴充矽基產品的產能，從而為 WBG 產品提供更大的產能空間。

英飛凌於 2022 年 2 月宣佈，



圖：英飛凌有望實現 10 億美元的 SiC 收入



將投資逾 20 億歐元擴大馬來西亞居林 (Kulim) 廠區，投入生產碳化矽和氮化鎵功率半導體產品。居林廠的新增投資主要用於磊晶製程和晶圓切割等具有高附加值的環節，首批晶圓將於 2024 年下半年開始

出貨。

“在未來幾年中，英飛凌位於奧地利的菲拉赫廠將進一步強化其作為寬能隙半導體技術全球能力中心和創新基地的角色，並與居林廠高成本效益的生產製造相結合，打造更強化的供應鏈彈性”高金萍說。

2018 年，英飛凌戰略

性地收購了 Sillectra 公司的晶圓和晶錠切割技術，通過大幅減少 SiC 生產過程中的原材料損耗來提高生產力，增加英飛凌的競爭優勢。

2020 年 11 月，英飛凌與 GT Advanced Technologies 簽訂了

碳化矽供應合同，初始期限為五年。近日，英飛凌與日本晶圓製造商 Showa Denko K.K. 簽訂了一項供應包括外延在內的碳化矽材料 (SiC) 的合同。由此，英飛凌將獲得更多的基材，以滿足日益增長的碳化矽產品需求。

## SiC 結構從平面型向溝槽型演進

“市場上主要有兩種 SiC 技術：平面型和溝槽型，而英飛凌的技術發展採用後者”高金萍說。

溝槽式閘極技術比平面技術具有更好的性能，目前很多平面技術供應商宣佈將在 2022 年後轉向溝槽式閘極技術，也從側面證明溝槽式閘極技術是未來 SiC 的技術發展方向。傳統的溝槽式閘極技術由於閘極氧化層拐點 (gate oxide corners) 缺乏保護而使器件的可靠性面臨挑戰。英飛凌專注於改進的溝槽式閘極技術，對氧化層拐點進行了保護，從而同時實現高可靠性和高性能。

“更重要的是，英飛凌的 Si 和 SiC 產品線均具有很高的可擴展性，這是我們區別於其他品牌的重要特徵。使用者可根據需要在我們的 Si 和 SiC 產品線中自由選擇不同的封裝、電壓等級、功率等級，總而實現很高的設計靈活性，加速產品上市進程，降低設計難度。這一特點在諸如電動汽車之類的快速變化的市場上，是客戶非常重視的考量因素”高金萍強調。CTA

圖：SiC 和 GaN 產能擴張以應對快速增長的需求



圖：溝槽型 SiC MOSFET 相較平面型 SiC MOSFET 具有更可靠性 ...

