

電動車充電用化合物半導體技術發展

台灣亞太產業分析專業協進會 109 年認證資深產業分析師 劉美君

一、未來法規面將成為電動車的發展驅動因素

近年來，全球汽車工業正在進行一場強大的變革，其變革主要的力量來自所謂的「CASE」趨勢，意即未來的汽車將朝向 Connected（可聯網）、Autonomous（自動駕駛）、Sharing（可共享）、Electric（電動化）等四大方向進行質變。因應這些趨勢的變化，汽車的核心技術也在近年來隨之發生極大的變化。其中驅動汽車電動化的發展加速的原因在於各國環保法規的對於刺激電動車數量提升所提出的獎勵，或是限制碳排放的目標。

例如歐洲綠色政綱（European Green Deal）提議要求在 2035 年必須達到零碳排。此外該提案中也要求廣設充電站，以完備電動車相關的基礎建設，像是必須在 2030 年達到每 60 公里設置 600kW 充電量、以及每個方向 60 公里內至少 2 座 150kW 充電站，依照此目標，預計在 2030 年達到廣設 350 萬座，至 2050 年時達到 1,630 萬座公共充電站。為此，歐盟委員會（European Commission）在 2021 年正式提案，希望明確訂定在 2035 年禁售燃油車。

相較燃油車，電動車增加了大量駕駛資訊系統、馬達相關電控系統零組件，如各種 ECU 和感測器，目的是讓電動車的運作更有效率，電動車將朝輕量化發展，零件朝模組、系統化整合，電動車是用 EEA（電子電氣架構）設計平台，而平台設計完畢的時點，是相關零組件廠商卡位的時機。

二、電動車不只是汽車-創新智慧移動載具的興起

以電力驅動的電動車種除了四輪汽車之外，近年來以城市輕便移動為訴求所興起的創新智慧移動載具（圖一），是以二輪移動載具為基礎，結合 ICT 共享技術，提供城市當中的低碳運輸應用。其特色在於使用電力，減少碳排放，並且透過共享租賃，做為都會區接駁大眾運輸工具的「最後一哩路」，減少都會區交通壅塞。

另外，隨著相關零組件效能改善，電動機車性能提升，「騎不遠，容易沒電」的問題已獲得改善，符合城市生活通勤需求。於此同時，這類創新的智慧移動載具還能夠透過共享機制，

減少繳交牌照稅、強制險等養車成本，並改善機車閒置的狀況，進而節省維修保養費用與持有成本。



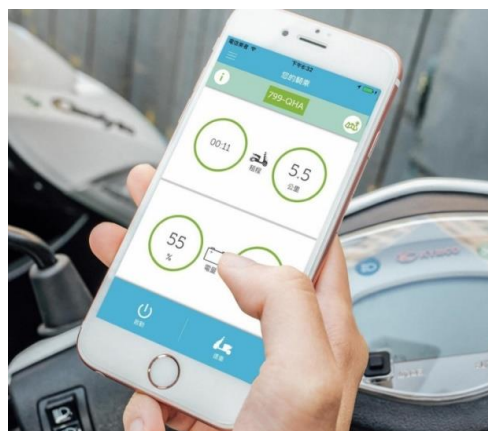
資料來源：各公司；工研院產科國際所 ITIS 研究團隊整理(2022/05)

圖一 智慧移動載具

為了達到城市中運輸接駁的「最後一哩路」的目標，同時增加運用的頻率及便利性，未來智慧移動載具將結合 ICT 技術達成共享機制。在台灣，目前有以下業者投入經營：

1. 台灣新創公司威摩科技 (WeMo Scooter) 透過智慧型手機之助，提供共享電動機車服務：

為了要讓電動車租借和私有機車使用擁有相似的便利，並節省花費在私人交通工具上的金錢和心力。WeMo Scooter 研發的 App，從尋找附近車輛、解鎖機車，到開啟置物箱或歸還車輛，一切只要在 App 上就可以完成，亦即「數位科技+物聯網」，讓共享電動車要和 YouBike 一樣好借。



資料來源：WeMo；工研院產科國際所 ITIS 研究團隊整理(2022/05)

圖二 WeMo 共享機車服務

2. 宏佳騰 CROXERA 安全車聯網：

宏佳騰 CROXERA 安全車聯網是全球第一套整合式智慧儀表系統，其系統當中具備了新一代 CROXERA 6 智慧儀表系統，內建藍芽 BT/BLE 5.0 通訊能力，搭載全新 XOS 系統，更有雲端 FOTA 更新機制。

整套系統包含了雲端服務、邊緣運算、協作裝置三大要素，將導航、速限、測速照相警告、智慧通知、智慧助理等功能進行整合。



資料來源：宏佳騰；工研院產科國際所 ITIS 研究團隊整理(2022/05)

圖三 宏佳騰 CROXERA 安全車聯網智慧儀表系統

三、電動車市場所需充電裝置與零組件發展

1. 電動車用主要充電裝置發展

為求普及電動車，充電站與相關裝置的設置也成為硬體建設的配套措施。北美市場在 2021 年底，建置達 800 座充電站。預估 2030 年，歐美市場公共充電樁總量，將達 950 萬根，市場產值可望較 2020 年呈倍數成長。預估至 2040 年，全球充電樁總需求量，預估將多達 2.9 億支。

其中美國總統拜登宣示 1.2 兆美元以上的基礎建設計畫，包含半導體、高速網路、交通運

輸、電動車、綠能等。其中，將斥資達 150 億美元，推廣電動車擴大應用，並將耗資 75 億美元，廣設 50 萬座充電站、約 500 萬根充電樁，同時也將協助車廠進行設備改建等計劃。

目前應用市場上的主流充電設備，以 DC 直流電為快速充電，AC 交流電為慢速充電。快充充電樁可於 30 分鐘內，充滿 80% 電力。慢速充電樁需耗時 6 至 8 小時，目前主要安裝於一般住家、公有停車場、百貨公司停車位等場域。

由於快充充電樁為求短時間內快速充電，因此採直流 DC 方式供電，輸入電壓為 380V，功率通常在 60kw 以上，輸出功率較高。由於 DC 方式進行快充的輸出電流大，充電時會釋放更多熱量，容易產生高溫，在充電樁的功率元件選擇上，因以 Si 為基礎的 IGBT（絕緣柵雙極電晶體；Insulated Gate Bipolar Transistor）元件兼具 MOSFET（金屬氧化物半導體場效電晶體；Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）的高輸入阻抗和雙極性電晶體（bipolar junction transistor；BJT）的低導通降壓優點，開關速度高而容易驅動，切換頻率高且損耗低，常用於電動車充電樁之用。不過對比 Si 元件，SiC-MOSFET 元件更可用於高速元件並兼顧高耐壓與低電阻，同時與切換損耗小，在高溫下也能仍然可維持一定電子特性，因此未來在快充充電樁市場的應用也頗受矚目。

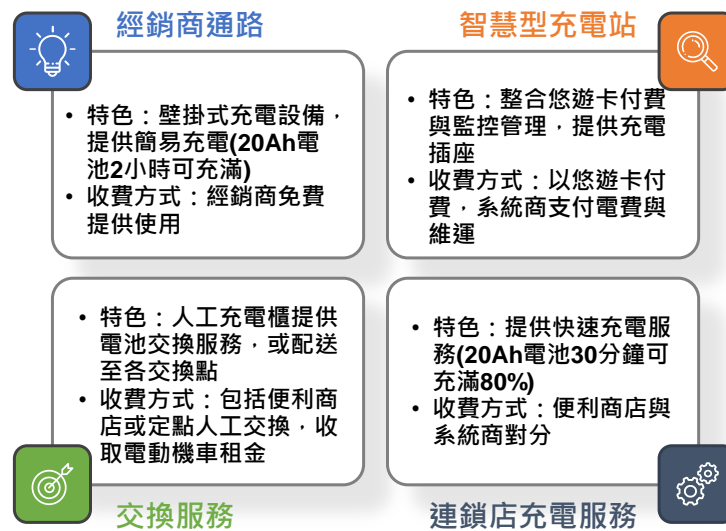
慢速充電樁採用交流 AC 方式充電，輸入電壓為 220V，充電功率一般為 7kw~22kw，因為功率較低，此充電時間較長。在慢充充電樁所使用的功率元件方面，目前的標準搭載元件主要是以傳統產品為主，如整流二極體、SBD（Schottky Barrier Diode）、以及 FRD（快速回復二極體；Fast Recovery Diode）為主流，充電樁中搭載的元件數量為 2~8 個。

2. 智慧移動載具充電裝置的發展與環境建構

目前在二輪智慧移動載具的發展上，充電裝置的發展也是當務之急。以電動機車的充電裝置為例，目前是以充電樁與換電站為主流。電動機車專用充電樁多以 AC 交流樁為主，採用一座雙充式設計，輸入電壓為單相 AC 110V，單一插座提供 10A 輸出電流與 1.1KW 輸出功率，此規格適合安裝於一般住宅以及商業或公共場所之停車場。另外較為普及的則是換電站的架構，如 GOGORO、光陽 Ionex 等品牌，均不斷擴增換電站點的佈局，來提升消費者對其品牌電動機車的購買。

對於電動機車的發展來說，現今產業最大的挑戰在於缺乏充電及換電設施共同產業規範，此外業者間對電池組相容性不易形成共識，對民眾使用便利性影響巨大。此外，公共場所充電及換電站用地取得不易、建置成本高，業者投資佈建不易，設置進展緩慢影響車輛普及及民眾之便利。為求便利性，民眾熟知且遍及全國之機車支援服務公共場站如：加油站、郵局等，建置充電、換電站比率待提升。

因此在硬體建構上，長途大眾運輸場站、公有停車場等，必須提高充電或換電設施，並鼓勵新建築預留充電、換電管線，更重要的是智慧交通相關技術之可靠性尚須投入場域驗證及示範，來提高相關裝置的設置，進而提升民眾使用意願。



資料來源：電動機車產業創新躍升計畫(2017)；工研院產科國際所 ITIS 研究團隊整理(2022/05)

圖四 智慧移動載具充電裝置環境建構

四、SiC 與 GaN 化合物半導體在車用充電裝置的發展前景

1. SiC

在化合物半導體領域，SiC 材料發展多年，SiC 材料具備高崩潰電壓特性，可以提供更高的功率密度來發展小型化電池模組，應用在電動車系統當中，藉由小型化電池模組，有助於減少電動車的尺寸和重量，且可以搭載更高的電池容量，來延長駕駛里程，與 Si-base 元件相比，具有更多的優勢。

因 SiC 元件具備高崩潰電壓，在馬達驅動電路和車載充電電路等高電壓系統上使用，將能

夠承受較高的電流密度、在更高溫下動作，並提供高速切換的開關機能，能提供電動車系統更高的可靠度。

從市場規模來看，應用 SiC 化合物所製作的車用充電功率元件目前受到矚目的為 SiC-MOSFET。其中 SiC-MOSFET 因 Tesla Model 3 長程版導入其動力系統中的逆變器(Inverter) 模組而一躍成為業界熱門話題。在 SiC 相關元件的市場發展方面，預估未來隨著電動車滲透率逐漸提升，搭載 SiC-MOSFET 元件的電動車動力系統將會逐漸擴大。

預估未來隨著電動車滲透率逐漸提升，搭載 SiC-MOSFET 元件的電動車動力系統將會逐漸擴大，另外 SiC-MOSFET 在 DC-DC converter 與車載充電器的市場也將伴隨電動車市場的增長而提升。預計至 2025 年時，SiC-MOSFET 在車用領域的市場占有率將達到 67.9% 規模。

2. GaN

在 GaN 相關功率元件的發展未來方面，相較於 SiC-MOSFET，GaN-FET 元件因無法達到 800V 以上更高的崩潰電壓，因此用於電動車馬達驅動電路逆變器應用上較不具優勢。而電動車的電池系統中的車載電池充電單元、DC-DC converter 等應用持續朝高頻與高密度功率發展，當崩潰電壓低於 600V 時，能對應高頻環境的 GaN FET 開關速度（元件端點之間電壓與電流的變化速度）表現較好，開關能量損耗較低，因此車載充電器和電動車系統中的低電壓充電器便成為 GaN 切入車用充電領域的新契機。

在 GaN 功率元件的應用市場預估方面，由於技術的成熟度尚未能於 Si 元件以及 SiC 元件相匹敵，因此目前 GaN 元件應用在電動車充電產品的滲透率還不高，不過隨著技術研發逐漸展開與製程能力提升，預計至 2025 年時，GaN 功率元件在車用領域的市場占有率將達 13.5% 的規模。

五、結論

隨著環保議題發酵，眾多國家紛紛以政策與補助加速電動車普及的速度，進而讓電動車所需相關零組件成為熱門話題。在電動車興起的過程中，其設計概念不同於以往的燃油車，因採用集中式的 EEA 架構，使汽車業越來越趨近於 IT 產業的演化。其中攸關驅動與控制電動車動

力系統的化合物半導體，也躍上檯面成為業界討論的當紅炸子雞。因應全球電動車銷量持續升溫，可望帶給台灣汽車零件廠商新機會，台灣廠商可思考結合資通訊產業及電動車供應鏈相關優勢，切入向來封閉的汽車原廠供應鏈。

電動車的興起，也讓補充電能來源的裝置議題受到重視，對電動車充電所需的快充充電樁、慢充充電樁等裝置市場逐漸擴大，也讓應用新材料的周邊零組件的關注度日漸上升。充電裝置用半導體的發展，傳統以 Si 為基礎的材料，在高電壓、高頻率切換的狀態下，容易發生溫度過高、切換速度不夠快的現象，在發展上逐漸出現瓶頸。由於 SiC、GaN 等化合物半導體，具備高崩潰電壓等特性，對於應用在電動車相關充電裝置上有其優勢。在大於 650V 的高電壓系統中，SiC 的高耐壓特性可承受較高的電流密度、在更高溫下動作，因此將是動力馬達驅動電路、車載高電壓電池充電電路較為適合的選擇。而在 0~450V 的電池動力系統，預計 GaN 會是另一種選擇。

依照目前的全球化合物半導體供應體系來觀察，SiC 化合物半導體因發展時間較久，主要都由 IDM 廠掌握主導權，半導體元件結構設計、晶片製造、模組封裝...等，均採用一條龍式的生產模式，目前相關廠商的策略正朝向往上游晶圓材料生產進行整合。台灣業者在此領域著墨不深，原材料與製程掌握度皆不及國外大廠，欲切入供應鏈需進行多方面佈局，並提高產品設計與製造能力。

在 GaN 化合物半導體方面，由於製程技術仍在發展當中，在電動車相關應用領域尚處於起步的狀態，因此產業鏈結構還未能成形，目前多由新興 IC 設計業者進行產品設計，爾後委託晶圓代工業者投片製造。因此相對於 SiC 化合物半導體，GaN 化合物半導體對於台系業者有更多可以發展的空間，未來廠商或許可以把握此一趨勢，及早佈局以切入供應體系，創造自身的產業地位。

(本文作者為工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>