

是德科技：軟體整合&客製 治具，攸關 WBG 量測品質

■文：任苙萍

日前特斯拉 (Tesla) 拋出將以創新技術從「客製化電晶體封裝」抽出更多熱能，可使下世代電動車的動力系統大幅減少 75% 的碳化矽 (SiC) 用量的震撼彈！這是否將會衝擊全球碳化矽市場？向來走在技術前沿的量測廠商如何看待此變局？對於寬能隙 (WBG) 半導體又有何期待？

不只電動車，V2G + 儲能正為 SiC 應用加溫

是德科技 (Keysight) 行銷處資深行銷專案經理吳哲樂分析，寬能隙功率元件主要用於 AC/AC、DC/DC 轉換器 (Converter) 或 AC/DC、DC/AC 逆變器 (Inverter)，根據功率輸出不同，碳化矽、氮化鎵 (GaN) 各擁利基。特斯拉最初是看中 SiC 高功率、高電壓、散熱佳等特性而採用，但成本過高始終是個痛點，不利電動車普及，對平價版電動車更是致命傷，但高階性能的車款所受影響應有限，何況電動車只是碳化矽一個應用領域，還有很多分眾市場正在加溫，例如，將汽車電力回充至智慧電網的 V2G 以及儲能系統。



照片人物 (右起)：是德科技行銷處資深行銷專案經理吳哲樂、技術部門技術專案經理林昭彥、技術部門技術工程師廖士傑

至於中國大陸的異軍突起會否牽動供應鏈版圖的爭議，吳哲樂表示，中國大陸挾著政策扶植優勢，加上受惠於電池產業興盛及整車內需市場的廣大出海口，蓬勃發展是必然；但在商言商，業界仍會以追求共同利益為目標。就如同中國大陸雖然自訂充電樁標準 GB/T，但為與國際接軌，亦跟日本 CHAdeMO 協會合力推動新一代名為「ChaoJi」(超級) 的大功率充電介面，最高支援 1,500V、600A，充電功率可達 900kW。站在量測廠商的立場，如何滿足這些「未來定義」的需求將攸關整體產

業進展；有鑑於此，是德亦已備好支援 900kW 的充電測試方案。

可靠、可重複、可再現 的量測提升 WBG 元件 設計效率，「能源管理」 是公眾課題

吳哲樂指出，北美現行的 CCS1、歐洲與紐澳的 CCS2，也開始為更高功率部署 Megawatt Charging System (MCS) 直流快充系統，最大功率輸出為 3.75MW，是目前全球功率最高的單一直流快充協定。面臨諸多充電標準，互

通、安全是設計及測試的第一要務，包括三大層面：1. 個別定義實體層 (physical) 驗證；2. 通訊協定驗證，即使是獨樹一格的特斯拉亦應市場需求推出 CCS1、CCS2 兩種轉接頭，為免誤用，不同標準通常設有充電防呆機制；3. 測試用例 (test case) 驗證，將上百種充電情境的測試型態予以選單化 (如：充電槍沒插好)，方便操作。

如此一來，只須將待測物 (DUT) 連接好，剩下工作就交給測試設備及軟體進行即可。是德技術部門技術專案經理林昭彥推論近日特斯拉舉措的猜測有兩種可能方向：一是從根本製程演進做晶片整合，二是將 SiC 和 IGBT (絕緣閘雙極電晶體) 混合封裝。短期或有雜音，但長期反而是推動前進的力量，因為電壓提高本身就是提升效率最直接的方法；不論是電池規格的 400V 到 800V、還是充電功率從 1200V 到 1700V，最終目的都是提升整體效率，而碳化矽明顯具有優勢。反觀氮化鎵則強在固定電壓的高頻切換，但它不到 600V 效能就開始出現下降。

林昭彥認為，能源管理是未來十年所有人的課題，尤其是不同體系之間的能源轉換，使碳化矽的重要性與日俱增，儲能是電動車之外的另一個重要應用，將驅動新的生活形態與行為模式建立；而氮化鎵著重在低壓高頻的替代式需求，市場量體更大。能源轉換損失都出現在切換的瞬間，唯有了解瞬間的動態，才知道效率的優劣。一般高功率半導體的測試程序是：以高規

格的電源供應器啟動運作，控制開關、以任意波形產生器 (AWG) 模擬待測物在瞬間切換時的狀態，最後用示波器 (Oscilloscope) 抓取瞬間波形。

動態「雙脈衝」測試無法缺席！「治具」不容輕忽

然而要真正發揮助益，須將這些系統及軟體架構完美整合。因此，是德測試設備連軟體都一手包辦，強調不只將現有解決方案「兜」在一起，再三強調整合性、高壓／高流測試安全性，以及量測數據公信力的不可或缺——當待測物是要對外銷售、不只廠內自用時尤為重要。林昭彥提醒：傳統半導體多是單純的 DC 測試，高功率半導體雖然用的亦是基礎儀器，但因牽涉到高速切換，動態參數的掌握更要緊，例如，特定時速下的動力表現是穩態測試，但要探查瞬間加速有多快就需要動態測試。此時，雙脈衝 (Double Pulse) 量測絕對無法缺席。

林昭彥進一步說明，雙脈衝開關之間很多測試要第二次以後才具有常態觀測意義，也是真正有效的部分；有些應用還須關注連續打的時候所產生的變化，例如，長期使用的耐久性測試。雙脈衝測試有兩大關鍵：一是軟體整合，除了將軟體寫出來還要做參數運算；二是為用戶的待測物提供客製化解決方案並確保治具品質，以免因接觸不良而誤導測試結果，且高壓、高

流若操作不當還容易損壞治具。他補充，碳化矽封裝頂多就四、五種固定樣式，但氮化鎵封裝多元，器件尺寸、形狀、腳位皆大異其趣，量測廠商有必要面向不同供應商的需求客製化治具。

這些治具須經過驗證，確定不會對量測造成額外影響，亦是量測系統的關鍵 know-how 所在。是德重申，傳統 DC 可能無須特別考慮探棒效應，但寬能隙功率元件須有補償、校正技術奧援；是德會主動提供高頻參數，讓使用者針對整個曲線做修正，以排除外加配件干擾，這需要射頻 (RF) 專業做支撐，亦是他們的強項。為實現可重複性與可靠性，校正技術著實舉足輕重。是德可將治具模型化變成參數，並將這些參數回饋到軟體系統中以降低失真。是德雙脈衝測試儀 (DPT) 有兩款型號：一是瞄準元件測試的 PD1500A，一是鎖定模組測試的 PD1550A。

是德雙脈衝測試儀：PD1500A 瞄準元件、PD1550A 鎖定模組

PD1500A 可量測開啓、關閉、切換、反向恢復、閘極電荷等特性，包括：GHz 高頻測試、fA 低洩漏，以及 1500A、10 μ s 解析度的電流脈衝功率，並為待測物與使用者提供安全的測試環境——設有緊急停止按鈕以便不時之需，一旦溫度過高更會自動中止測試。該平台具備各種標準量測技術，例如探棒補償、偏移調整、偏移校

圖說：Keysight PD1500A/PD1550A WBG 功率元件動態測試儀可確認下列關鍵效能指標：開啓特性、關閉特性、動態導通電阻、動態電流和電壓、切換特性、反向恢復、關極電荷及導出的輸出特性

PD1500A/PD1550A Dynamic Power Device Analyzer/Double Pulse Tester
PD1500A/PD1550A 動態功率元件分析儀/雙脈衝測試儀

電動車對絕緣閘雙極電晶體 (IGBT)、碳化矽 (SiC) 和氮化鎵 (GaN) 半導體的需求日益升高。您需進行靜態和動態量測，以便準確地分析這些元件的特性。雙脈衝測試方法是功率元件動態特性分析的既定產業標準。

- Reliable, repeatable measurement of wide-bandgap (SiC, GaN) power semiconductor dynamic characteristics.
可靠、可重複的寬頻測量 (碳化矽、氮化鎵) 功率半導體動態分析
- Characteristics measured include, turn-on, turn-off, switching, reverse recovery, gate charge, and many others.
所量測的特性包括開啟、關閉、切換、反向回復、關極電荷等等
- Safety test environment for both the DUT and the user.
為 DUT 與使用者提供安全的測試環境
- Expandable, upgradeable, modular platform enables testing of all power devices.
可擴充、可升級、可測試所有功率裝置的模組化平台

KEYSIGHT

資料來源：Keysight

正，以及共模雜訊拒斥。專為此系統開發的半自動校驗例程序 (AutoCal) 可修正系統增益和偏移誤差。此系統亦使用解嵌入技術，以便對電流分流器中的寄生電感進行補償。

另一款 PD1550A 可測試寬能隙電源模組，是全球第一套可單獨

進行 WBG 功率元件特性分析的完整解決方案，可測試高達 1360V、1000A 的電壓與電流，進而提升汽車電源電路之安全性和可靠性。它採用真正脈衝隔離探棒 (Pulse Isolated Probe) 技術，可準確分析高側 (high-side) 元件的關電壓特性，並提供高頻寬 RF 補償功能

以確保準確的大電流量測。最令人矚目的是，如前所述，是德可因應用戶特定需求提供客製化針腳和墊片治具，且測試環境溫度可低至 -80°C——這點十分有利極端環境的模擬測試。CTA

下期預告

無線通訊解決方案