



全固態電池之產業化

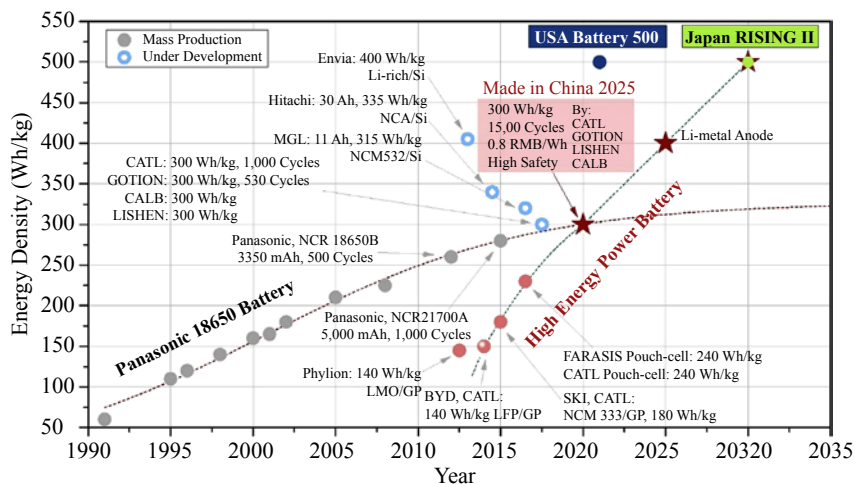
Industrialization of the All-Solid-State Battery

由於全球氣候暖化，世界主要國家與地區皆致力於推動電動車之發展以替代內燃機車。鋰離子電池為電動車之核心部件，亦為產業發展上兵家必爭之地⁽¹⁾。當前各國與主要鋰電池供應商之發展計畫⁽²⁾，如圖一所示。目前鋰離子電池之能量密度已經達到300 Wh/kg。2030年鋰離子電池之能量密度將達到500 Wh/kg。行政院經濟部將鋰離子電池發展列為重點研發項目。鴻海亦將鋰離子電池開發作為其電動車產業布局之重點。然現有之液態電解質容易發生漏液與燃爆之問題，利用無機固態電解質替換液態電解質可有效提升電池之安全性。本文將簡要論述當前市場固態電池之主要生產廠商及其技術路線。

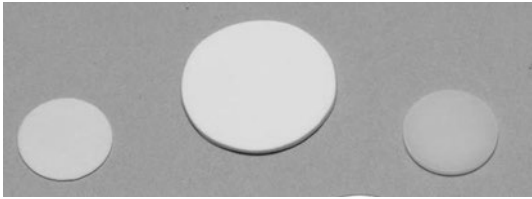
當前固態電解質開發主要為三個技術路線，硫化物、氧化物與聚合物。硫化物固態電解質離子導電率高，但空氣穩定性差。日本豐田公司與日本國立材料研究所(National Institute for Materials Science; NIMS)合作開發硫化物固態電解質多年，為行業翹楚；此

外，世界主要鋰離子電池供應商寧德時代、三星SDI與BYD等亦投入硫化物固態電池之開發。氧化物固態電解質離子電導率不如硫化物固態電解質高，且剛性強，可加工性差，但其空氣穩定性強，合成方法簡單。QuantumScape公司基於石榴石型固態電解質開發全固態無負極電池已向電動車製造商提供A樣；此外，將氧化物固態電解質用於三元正極包覆與隔膜塗佈可提升液體鋰離子電池之安全性，故此氧化物固態電解質粉體已被主流電池供應商大規模採購用於提升高能量密度電池之安全性。聚合物固態電解質離子電導率低，難以實際用於全固態電池製造。利用原位聚合技術使電解液於電芯中自發聚合，形成濕聚合物電池是較為可行之技術路線。當前衛藍公司已投入濕聚合物開發多年，成為行業代表，但相對控制各電池之均一性為發展此量產技術之瓶頸。

鴻海集團於2021年進入電動車領域，並將電池、電機與電控視為電動車布局之重點，



▲圖一 鋰離子電池發展之歷程⁽²⁾



▲圖二 中國製釉固態電解質陶瓷片應用於鈕扣電池

其宣布開發氧化物固態電解質搭配高電壓鎳錳尖晶石正極材料之無陽極電池引起學術界與產業界之廣泛關注。此外，輝能公司為台灣最早進入固態電池開發公司之一，其早期布局消費類電子產品之電池，近年亦導入動力電池開發，並發布基於陶瓷固態電解質之固態電池，其於去年宣布將於法國敦克爾克投資52億歐元（約新台幣1,743億元）建廠，此為輝能海外首座固態電池超級工廠，預計最遲2027年初竣工，其將於該地建立48 GWh的固態電池超級工廠，執行在地化的材料採購、研發與製造。台塑新智能之大型儲能已設立1.2 MW/1.3 MW（兆瓦）儲能系統連接台電電網，另規畫建置100 MW/300 MW電網級超大型儲能站，以及自動化模組產線（含家用儲能、中大型電池模組產線）。為因應未來市場需求，台灣中油已於高雄建立鈦酸鋰負極材料新廠，大幅擴增產能。此外格斯則與台灣廠商密切合作，其中供應負極材料的中油，堪稱是格斯最重要之戰略夥伴。

中國製釉(China Glaze)憑藉陶瓷材料之燒結、切割、研磨之核心技術，專注於氧化物固態電解質LLZTO、LAGP、LATP等材料，如圖二所示，具穩定的離子導電率(>0.5 mS/cm)，並可客製化陶瓷片尺寸或粉體粒徑，為台灣業界提供全固態電池之發展機會。



▲圖三 固態鈉二氧化碳(Na-CO₂)電池點亮紅色LED

此外本公司亦致力發展新世代之鈉二氧化碳(Na-CO₂)，如圖三所示，其由正極、負極、無機固態電解質片組成。為增進電極與無機固態電解質片之接觸亦可引入正極/負極界面層。其可實現室溫充放電，且放電容量可高達28,830 mAh/g。於電流密度為100 mAh/g，截止電容量為500 mAh/g之條件下，可穩定循環105次。本發明已分獲台灣及美國之專利。因此電池之比容量高且其較鋰來源便宜，同時此電池利用CO₂為正極材料，一方面提高CO₂捕獲的經濟性，另一方面可以減少CO₂的積累。於能源存儲與碳中和應用方面具有一石二鳥的效果。而火星的大氣環境約95%是CO₂，故鈉二氧化碳電池於未來的能源儲存、碳中和與火星探測將具產業應用之潛力。☞

參考文獻

1. Liu, H.; Cheng, X.-B.; Xu, R.; Zhang, X.-Q.; Yan, C.; Huang, J.-Q.; Zhang, Q., Plating/Stripping Behavior of Actual Lithium Metal Anode. *Adv. Energy Mater.* 2019, 9, 1902254.
2. Lu, Y.; Rong, X.; Hu, Y.-S.; Li, H.; Chen, L., Research and Development of Advanced Battery Materials in China. *Energy Storage Mater.* 2019, 23, 144.

廠商聯絡資訊

中國製釉股份有限公司
電話：+886(0)3-582-4128 ext.504
信箱：mark@mail.china-glaze.com.tw

