



得鋰電池及材料者得天下

技術主編：廖世傑 S. C. Liao

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 儲能材料及技術研究組 正研究員/副組長

學歷：Rutgers University 材料工程博士

專長：鋰電池及材料、奈米材料、儲氫合金及系統

鋰離子電池自1990年問世以來，性能不斷進步，過去30年廣泛使用於電腦、通訊及消費電子等產品，對人類社會產生莫大影響。近年來為減低人類對石化及煤碳燃料的依賴，降低汙染排放，減緩全球暖化問題，各種電動車輛、太陽能與風力再生能源成為世界各先進國家發展的重點。由於鋰離子電池及正負極、電解質等材料之技術進步，使得鋰電池能在不同使用情境下展現出優異的特性，同時其每度電成本也大幅下降至130美元以下。以目前發展趨勢來看，鋰離子電池已成為電動車、電動垂直起降飛機及儲能應用所需大型儲電系統之主流。2021年全球鋰電池市場達三百多億美元，2019年諾貝爾化學獎頒給了發明鋰離子電池的三位科學家，可說是實至名歸，也給予鋰電池科技最大的肯定！展望未來，鋰離子電池還須在能量密度、循環壽命、安全性及成本上繼續改進，技術的開發充滿挑戰。

在能量密度方面，傳統鋰離子電池的上限大約是300 Wh/kg，要突破此瓶頸，必須使用鋰金屬負極。而鋰金屬的挑戰在於電池充放電過程中鋰枝晶的成長，它會穿過多孔性隔離膜至正極端，造成電池短路而引發熱暴走、電解液燃燒及電池爆炸等安全問題。解決的方法之一即是使用固態電解質，理論上它能防止鋰枝晶穿過，同時也不會燃燒，相對安全。鋰金屬固態電池理論能量密度可達500 Wh/kg。此外，由於沒有電解液，固態鋰電池單電芯就可內部串聯（Bipolar電極設計）至高電壓，減少封裝材的體積與重量，進一步推升電池模組的能量密度及降低模組成本。

然而固態電解質的主要挑戰在於其鋰離子擴散係數及離子導電率低，以傳導鋰離子最快的硫化物而言，其常溫離子導電率約 $10^{-3}\sim 10^{-2}$ S/cm，仍低於傳統電解液。因此，目前固態鋰電池的功率及低溫性能仍無法和傳統鋰離子電池相比。此外，固態電解質容易和空氣中水氣、正極及鋰金屬等產生（電）化學反應；固態電解質和正負電極間之界面阻抗過高；正極材料在充放電時之體積膨脹收縮而造成固態電極結構破裂等問題，都需要在固態電解質材料基礎科學研究及固態鋰電池技術開發有所突破才能解決。固態電解質材料及製造成本高，換句話說固態鋰電池並非一蹴可幾，必須投入足夠開發資金及時間，才能成功商品化。

本期「高能量固態電池與材料」技術專題介紹全世界固態鋰電池最近發展狀況，接著探討鹵化物、硫化物及樹脂/陶瓷複合固態電解質技術，以及適用傳統鋰離子及鋰金屬固態電池之正極技術。希望能藉此專題文章，吸引更多的人力及資源投入，加速固態鋰電池技術產業化，讓鋰電池科技繼續發光發熱，貢獻人類。🔋