

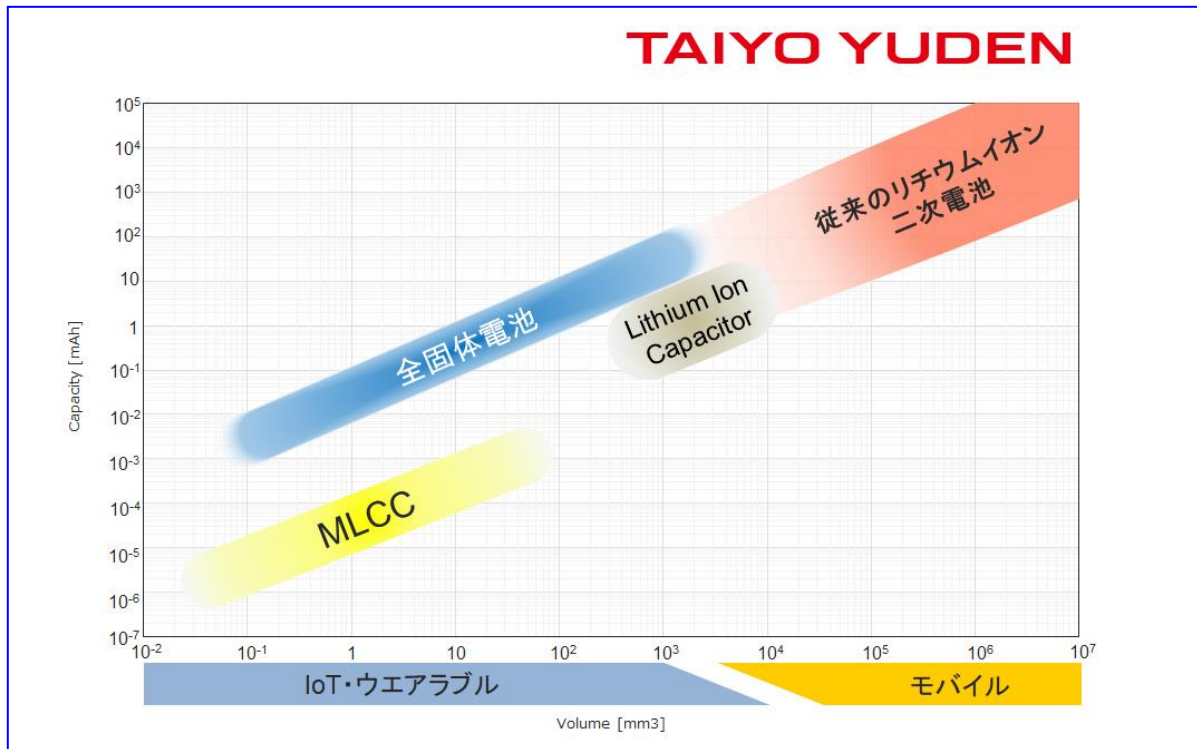
2020 年為國際固態電池導入量產關鍵時點

台灣亞太產業分析專業協進會 102 年認證資深產業分析師 呂學隆

一、2019 年多廠宣布新產品開發成功與量產期程

固態電池是將傳統的鋰離子二次電池的電解質材料，以固態電解質替代液態或膠態電解質的電池技術。固態電池技術發展上不僅為固態電解質的開發，同時也包含高能量密度正負極材料的研究，甚至是電池製造技術的改良。因其具備解決現有鋰離子電池的安全性風險問題優勢，過往以來持續作為國際大廠與研究機構的熱門投入領域，在 2019 年也開始逐步出現業者提出可商業化之樣品技術，標榜在 2020 年後陸續投入商業化應用。

2019 年 12 月，日本電子元件大廠太陽誘電（Taiyo Yuden）發布有關於該公司固態電池產品新聞稿，宣布已活用該公司積層陶瓷電容技術，研發出全固態鋰離子電池產品，初步設定將應用於智慧手錶等穿戴式裝置產品，目標在 2021 年量產後穩定將月產量提高至 10 萬個。該公司利用氧化物陶瓷系電解質的全固態電池產品，預計 2020 年度開始送樣、2021 年度量產。產業上逐漸將研發主軸由最初探索高性能固態電解質性能提升、合成或生產的重點，逐步邁向解決量產製造困難性，提高電解質對空氣的穩定性，降低硫化氫產生濃度，希望未來可在乾燥室內組裝電池。



資料來源：太陽誘電發布新聞稿 (2019/12)

圖一 太陽誘電公司現有產品應用領域與電能儲存技術發展標的領域

二、聚焦於微型化、小型電子產品或元件應用

2019 年投入固態電池技術的廠商中，發布最新產品與導入量產化期程之廠商，除前述之太陽誘電外尚有 FDK、Murata、Maxell 等，這些業者都聚焦於微型化、小型電子產品或元件應用需求出發，也因此相關固態電池產品都以小容量且應用於穿戴裝置、智慧型行動裝置或 IoT 聯網裝置應用為主。太陽誘電透過應用其主要業務 MLCC 中，所培養的材料技術背景和工藝技術，來投入開發基於氧化物的固態電池產品。2019 年所發表之新產品也屬於應用陶瓷材料的全固態電池，優點是幾乎不與大氣中的水分或二氧化碳發生反應，因此不需要特殊環境（例如高級乾燥室），且不需要隔離膜技術，沒有燃燒爆炸之風險。與 MLCC 高度近似的固態電池製造流程可以快速轉移與複製，允許現有流程通過應用技術，可以使固體電解質更薄並且累積更多層活性物質，用以減小尺寸並增加容量，如該公司目前就以 4532 尺寸（4.5x3.2x3.2mm）到 1005 尺寸（1.0x0.5x0.5mm）為第一代樣品規格。

另一家日系電子廠商 FDK，也在 2019 年 9 月宣布將以 2020 年為目標，加速展開全固態電池的量產計畫，並同時發表較 2018 年 140 uAh 電容量提升 3.5 倍之新一代全固態電池。FDK 投入的氧化物固態電解質技術，正極材料與富士通研究所共同開發的 $\text{Li}_2\text{CoP}_2\text{O}_7$ ，該材料可在 5V 的高電壓、 $-20\sim 105^\circ\text{C}$ 溫度區間下運作，理論容量為 220mAh/g，理論能量密度為 1100Wh/kg，該公司可達成的有效能量密度已經達到 860 Wh/kg，並且已被證實具有約 1.5 倍於現有材料的能量密度，正在應用於大容量型全固態電池。具備高電壓化特性，因此 FDK 的全固態電池具有 3V 高電壓優勢，2019 年第四季已有樣品出貨，並進一步投入月產量達數十萬顆之生產線投資，以及提升電壓至 5V 的技術改良，值得一提的是，FDK 同樣由半導體製造技術出發，利用沉積方式將電池電極層狀結構進行堆疊設計。

村田製作所 (Murata Manufacturing Co., Ltd.) 也在 2019 年新聞稿宣布研發出擁有業界最高電池容量的全固態電池，並預計將在 2020 年度內 (2021 年 3 月底前) 量產，相關生產線將置於野洲事業所，初步設計月產量約 10 萬個，現有潛在客戶為應用於穿戴式裝置以及 IoT 設備等用途。村田參加了 NEDO 的全固態電池開發項目 SOLID-EV，發表的全固態電池尺寸為 5-10mm (長) × 5-10mm (寬) × 2-6mm (高)，容量為 2mAh~25mAh，電壓為 3.8V，製作概念同樣由積層陶瓷電容 (MLCC) 製程技術出發，使用氧化物陶瓷電解質取代現行一般電池使用的電解液，該公司現有樣品具備「不可燃」、「耐熱」等特性，和現行鋰離子電池相比具備更好的安全性和耐久性，未來則希望將此一固態電池產品能量密度由現今的 120Wh/L 提升置 140-700Wh/L 的能量密度，接近液體電解質鋰離子電池的最大能量密度 (超過 200Wh/L)。另外該公司也曾經發布堆疊式原型全固體電池，將 LAGP 用於電解質，將 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 用於正極材料，並將 TiO_2 用於負極活性材料。

三、焦點轉移至解決量產困難；借鑒半導體/MLCC 生產技術

在 2019 年發表之電子產品用全固體電池技術，多為基於氧化物的固體電解質技術，氧化物的特徵在於寬的電位窗並且通常具有優異的抗氧化性，因此被認為可用於 5V 或更高的電壓。但氧化物類固體電解質的比重是普通液態電解質比重的兩到三倍，因此若電極厚度相同，則可預期重量能量密度降低。由於容量密度取決於活性材料，因此氧化物固體電解質正在努力減小電解質層的厚度和電極層的厚度，並且導入高容量和高電壓的材料。

氧化物固體電解質已經在針對少量應用的薄膜/堆疊製程中投入實際使用。根據製造工藝分為三種類型：薄膜型、堆疊型和塊型（Bulk Type）。薄膜型是透過應用半導體製造技術真空成膜來形成電極層和電解質層的電池；堆疊型為使用電極片堆疊後加壓成層燒結的小容量層壓形電池，例如 MLCC（多層陶瓷電容器）和電感器多使用類似製造技術；塊狀則是通過層疊、壓制和燒結細顆粒製造，並且正在以增加面積和容量為目的發展。

層壓法/絲網印刷法燒結（如 MLCC）的方法，採用 MLCC 製造工藝的堆疊式來生產全固態電池。一開始將每種材料的粉末和溶劑混合並分散製造漿料，溶劑包含粘合劑和增塑劑，如在某些情況下，正極活性物質漿料包含碳基材料作為導電添加劑，另外負極活性物質可以包含固體電解質材料。通過使用刮刀塗佈，將每種材料的漿料塗佈在用作基材的膜上並乾燥所塗佈的膜來製備電極極片。極片的厚度為 5 至數十 μm 。如果太薄則會在燒結過程中產生裂紋，因此需要一定的厚度，然後將各片層壓以形成層壓體。在層壓中，在特定的溫度條件下對每片進行加熱和加壓，然後剝離用作基板的膜，並且再次層壓漿液部分，使堆疊的電池單元被燒結，燒結的溫度與壓力則依材料體系而定，使用 NASICON 型或玻璃陶瓷材料時，燒結溫度為 600 至 650°C；使用石榴石型（LLZO）時，燒結溫度為 900 至 1200°C。如果燒結溫度太高會發生副反應或活性物質溶解。最後再將層壓極片燒結在一起以形成電池單元。

另外，作為製造全固態電池（氧化物型）的方法，也有適用於薄膜型全固態電池的真空成膜法（濺射法和 CVD 法），用於大容量型全固態電池的溶膠-凝膠法和 AD 法（氣溶膠沉積法）。並通過成膜等顯影方法噴塗。

四、結論：待 2020 產品正式上市後觀察消費者導入評價

近年來，可穿戴設備等移動設備變得越來越小，越來越薄，但同時為了延長使用時間，需要安裝的電池朝向高容量與高能量密度發展，同時必須增加電池的安全性，以防止電池著火或過熱，也才衍生出全固體電池有效防止燃燒爆炸等意外事故的終極解決技術路徑。但固態電池發展多年，除了提高鋰離子電導率、提高耐氧化電位、兼顧力學與離子傳導特性、能夠在全壽命周期完全阻止鋰枝晶穿刺的固態電解質膜尚未能有效突破；加上固態電解質層與電極層介面電阻較大的問題、電池循環過程中固態電解質相與電極內顆粒接觸變差問題仍然侷限電池使用壽命；導入鋰金屬負極時鋰金屬沉積位點及形貌不易控制，鋰負極極大的充放電間體積變化也是另一項影響電池壽命的限制因素；因此截止目前為止，真正量產的全固態鋰電池只有少數薄

型電池技術，或是如法國的博羅雷公司基於 PEO 體系的磷酸鐵鋰全固態電池，應用於 blue car 上，其它廠商技術多仍在開發與樣品改良階段，未來可進一步觀察前述日商所發表之全固體電池產品上市後的性能表現，來觀察 2020 年後固態電池是否能夠如期進入量產商業化階段。

(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/>