

行政院2010年傑出科技貢獻獎得獎人潘金平組長專訪— 鋰電池防爆「金鐘罩」— STOBA材料技術

■ 楊正平



● 潘金平組長研發出的高安全鋰電池STOBA材料技術，大幅提升鋰電池的安全性，這項關鍵性的突破為台灣綠能產業的發展帶來新契機。

一種是外部控制。內部保護方式是利用PE或PP塑膠材質做成「隔離膜」隔開正極與負極，當電池過熱時，隔離膜的細微小孔會收縮，阻擋離子進出正負極；外部控制法則用「斷電保護機制」來降低電池過熱的風險。然而SONY事件證明這兩種方法效能都不彰，業界急需新技術來保護鋰電池。

對這個棘手問題，財團法人工業技術研究院（工研院）材料與化工研究所的潘金平組長開發出「STOBA材料技術」設法解決。這個技術能有效防止鋰電池爆炸，也為他贏

「SONY鋰電池回收事件」是2006年資訊業的大事，全球主要筆記型電腦大廠陸續宣布回收已售出的筆記型電腦用電池，僅美國一地便回收了四百多萬顆SONY公司的鋰電池。SONY也因此損失慘重，執行回收的成本達新台幣184億元，當季虧損約新台幣74億元。這個事件被稱為「災難」，貼切地形容了2006年全球資訊業的慘況。SONY事件的起因是鋰電池內部摻有金屬雜質而使電池「短路」爆炸起火，於是科技業面臨新挑戰—如何讓電池百分之百不爆炸？

預防電池爆炸有兩種傳統方法，一種是從電池內部著手，另一

財團法人工研院材料與化工研究所的潘金平組長開發出的「STOBA材料技術」，能有效防止鋰電池爆炸，

得了「行政院2010年傑出科技貢獻獎」的殊榮。

神奇的STOBA

「自身終止高分歧寡聚物」(self terminated oligomers with hyper branched architecture, STOBA)是一種具有高分歧結構、高規則性的「奈米級」化合物，分子量範圍在數千至數萬之間，一般稱這類高分子化合物為「寡聚物」。高分歧是指它具有複雜的樹枝狀結構，高規則性是指它的分子量分布範圍穩定，不是雜亂無章的樹枝狀結構。

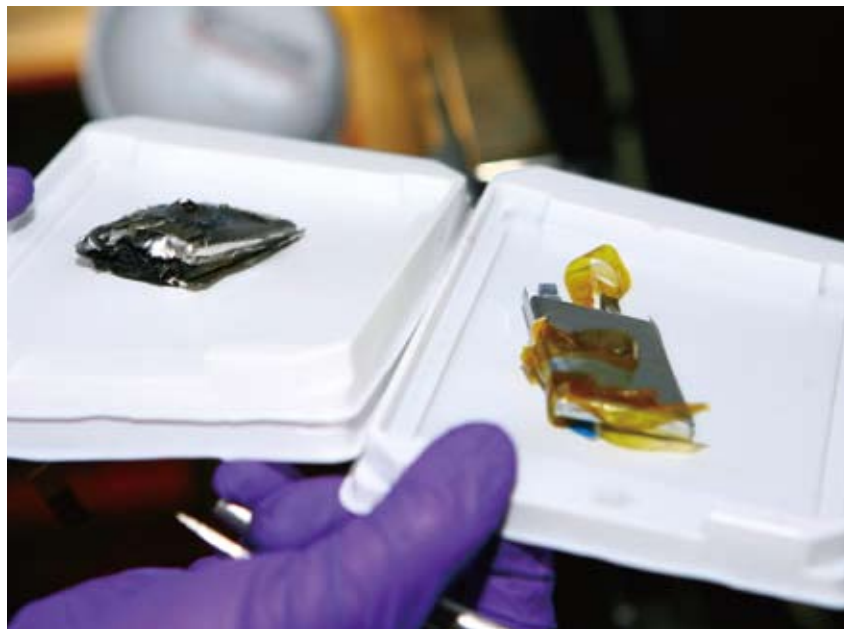
讀者可以想像STOBA是一種「類球狀」物質，細看卻會發現，圓球的內部有極多的「分枝結構」，好像大樹枝一樣地向四方伸展。因此STOBA是一種充滿空隙的圓球狀樹枝結構物質。

「高分歧寡聚物」這種充滿空隙的樹枝狀球型結構，有一些有趣的化學特性，例如高溶解性、在分子空隙內可以放入其他低分子化合物或金屬奈米粒子等，還可以設計樹枝狀的「末端基」部位，引入不同的元素或分子使它具有特定的化學反應功能。

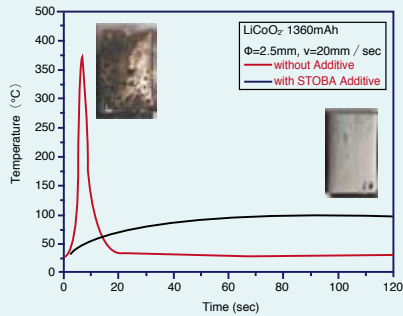
STOBA充分展現了高分歧寡聚物的特性，可以很容易地放入鋰電池內，遇熱時樹枝狀結構末端的「官能基」會互相關應，造成整個樹枝狀結構「內縮」；樹枝狀末端官能基還會跟隔壁的SOTBA分子鍵結，所有的STOBA分子便會連結成一大片的「立體網狀保護膜」。也就是說，如果把STOBA分子放在鋰電池內，當有過熱反應時，便能夠

遇熱「自我反應」收縮與連結，有效阻斷離子流動，終止電化學反應，避免電池爆炸。

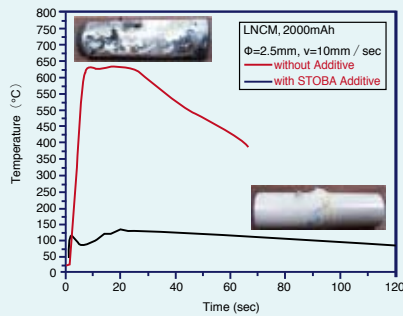
雖然防爆原理和傳統隔離膜保護法類似，但STOBA有「溫度越高越穩定」的特性。也因為STOBA是奈米尺寸的分子，在遇熱時所構築的綿密立體保護網，能夠完整地封閉電池內部離子流動的空間，有效解除電池爆炸的危機。



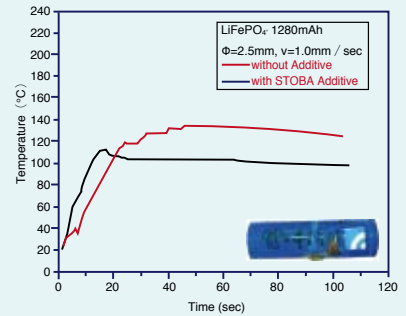
● STOBA技術堪稱電池內部的奈米級保險絲，可確保電池在短路時依然完好如初（右），一般的鋰電池在高熱時卻容易爆炸（左）。



LiCoO₂ cells



LNCM cells



LiFePO₄ cells

● 在鋰電池最容易釋出氧氣的正極材料中加上STOBA材料保護膜後，遇過熱反應時，保護膜會擋住氧分子往外逸散的路，阻隔外面的高溫環境，可有效防止爆炸。圖中的紅色線是未使用STOBA材料技術的溫度變化，黑色線則是使用STOBA材料技術後的溫度走勢。

「STOBA是奈米級保護網，把可能引發鋰電池爆炸的危險因子鎖起來」潘金平組長說。

在過去，用金屬探針插入鋰電池內誘發電池內部短路後，10顆鋰電池中約有5顆會爆炸。但加入STOBA後，在同樣的測試下沒有任何爆炸發生，防爆率100%。無庸置疑，STOBA是值得驕傲的科技研發成果。

製法大突破

STOBA的「化學結構」與「製造方法」是工研院材料與化工研究所的最高機密。化學結構組成是STOBA遇熱會內縮、自我反應組成立體保護網的重要關鍵，製造方法則是另一個值得書寫的科技突破。

傳統上製作高分歧寡聚物的方法有「原子轉移自由基聚合法」(atom transfer radical

polymerization, ATRP)、「可逆型加成分裂鏈轉移聚合法」(reversible addition-fragmentation chain transfer, RAFT)等，但這些製造方法的化學反應條件嚴苛，更需要一些特殊的催化劑來幫助反應。而且用這些方法製造STOBA時，研究團隊發現問題重重—產品良率小、品質

不穩定，這些缺陷無法吸引電池廠商的目光。

「最大的挑戰在於控制分子量分布範圍，能夠控制分子量分布範圍才能確保STOBA品質的穩定」，潘金平組長強調。

研發團隊開始試驗各種「STOBA化學配方」的防爆功能時，也一邊尋找新方法，希



● 黃色的是粉狀STOBA材料，咖啡色的是液狀STOBA材料。

STOBA技術使台灣能夠以「差異化優勢」與先進國家競爭，扭轉以往從國外輸入核心技術的劣勢，進一步樹立「台灣製造，安全保證」的鋰電池品牌形象。

望可以用簡單、價格低廉的方式生產高分歧寡聚物。終於，他們找到了能夠在溶液中製造出具有高耐熱性、分子量分布範圍穩定、分歧結構穩定、百分之百純「STOBA」的方法。

這種新式高分子寡聚物製造方法與ATRP、RAFT等方法相比，有製造方法簡單、價格低廉的優勢。這個製造方法更是潘金平組長口中的「寶物」，他笑笑表示：「許多國外學者很驚訝我們有特殊新方法，都想知道是怎麼一回事。」

引爆新發現

潘金平在投入鋰電池安全性研究之前，曾開發出一種兼具「韌性」、「柔軟度」、「高耐熱」的寡聚物。因此當他進行電池安全性研究時，他猜想：「寡聚物也許可以防止電池電解液洩漏引發的爆炸。」試驗結果如他猜測，加入這種物質的電池似乎不容易爆炸，但他不知道為何如此。

爲了找出原因，他與研究團隊成員把這種寡聚物分別放到正負極、隔離膜、電解液內，然後用金屬探針刺入電池內部製造「短路」，引起發熱反應後記錄整個爆炸反應時間。

「我們曾經意外燒毀一個

實驗室」潘金平組長不好意思地說，「還好那只是一個改裝過的貨櫃實驗區」，由此可見鋰電池安全性研究的危險與辛苦。

探針測試實驗過程漫長，充滿挫折，直到他們意外觀察到「爆炸遲延」現象才有了突破。進一步分析發現，寡聚物剛好附著在一遇到高溫就會釋放出氧氣的正極材料上，似乎能減緩氧氣外洩速度，延遲引爆。

這個發現讓他們知道走對了方向，「修改寡聚物結構也許可以完全阻擋氧氣外洩！」研究團隊成員興奮地猜測著。順著這個思路重新設計寡聚物，潘金平與研發團隊終於順利開發出STOBA。

台灣製造 安全保證

STOBA是鋰電池產業關鍵性的技術突破，已榮獲第47屆全球百大科技研發獎（R&D 100 Award）的肯定。工研院也已經把STOBA相關的專利技術授權給國內6家鋰電池廠，成功整合鋰電池上中下游產業，總投資金額約40億台幣，預估未來創造的產值將以每年數百億計算。除鋰電池產業外，STOBA技術也會帶動國內3C、電動機車、汽車產業發展，引發的周邊效益更是值得期待。

雖然STOBA有極佳的預期經濟效益，但對潘金平而言，STOBA材料技術最重大的意義在於提升「台灣競爭力」。STOBA技術使台灣能夠以「差異化優勢」與先進國家競爭，扭轉以往從國外輸入核心技術的劣勢，進一步樹立「台灣製造，安全保證」的鋰電池品牌形象。

「只有跟別人不一樣，台灣才能跟世界競爭！」，「但我們還要繼續往前走，探索更多的STOBA應用可能性。」潘金平認真地說著。

曾有人請潘金平用一句話形容自己，他回答：「認真、投入，連星期天都想來上班做研究。」再問他對「研究」有何體會，他說：「從意外中發現機會，從失敗中發現成功的可能性。」

也許就是因爲認真、投入與不放棄的精神讓潘金平找到了STOBA，相信這些特質將帶領他與研發團隊伙伴，在未來創造出更多、更棒的「台灣新技術」。

楊正平

本刊特約文字編輯