

# 粒徑大小對磷酸鋰鐵釩/碳複合正極材料之電化學性質的影響

## Effects of particle size on the electrochemical performance of lithium iron vanadium phosphate/carbon composite cathode materials

專題學生：簡佑恩（師大附中數理資優班）

指導老師：江青釗老師（師大附中）、王復民教授（國立台灣科技大學）

簡

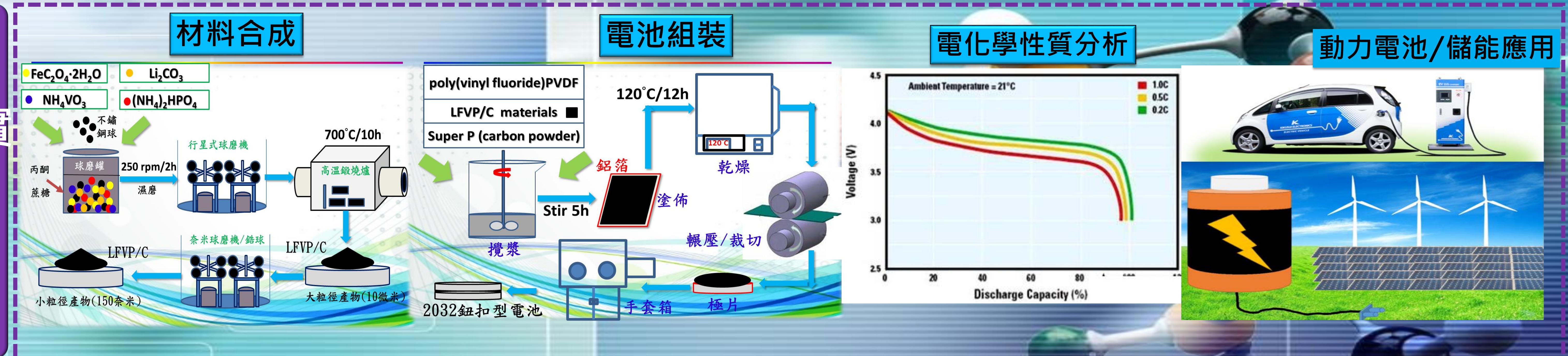
目前商用的鋰離子二次電池正極材料中，磷酸鋰鐵具有低成本、環境友好性、循環穩定性、高安全性等優點，已被證實具有在動力電池及儲能產業上的實際應用。如能將具有較高充放電平台與快速鋰離子傳輸速度的磷酸鋰釩與磷酸鋰鐵結合形成複合材料，就可以提高材料的倍率性能、低溫性能及能量密度。本研究以高溫固相法將草酸鐵、偏釩酸銨及磷酸氫二銨作為原料並以適當重量百分比的蔗糖作為碳源，在95%氫氣/5%氮氣下，以700°C鍛燒10小時進行碳化，達到碳包覆的效果；另外鍛燒溫度則控制在700°C，並以球磨方式製備大小不同但其他物理性質相同之磷酸鋰鐵釩/碳複合正極材料，以探討此類正極材料的粒徑大小對電化學性質的影響。研究結果顯示，在低電流充放速率下(0.1C)小粒徑與正常粒徑之正極材料其克電容量分別為132.9mAh/g及127.3mAh/g，小粒徑之磷酸鋰鐵釩正極材料之克電容量提升了5.6 mAh/g。在高電流充放速率下(10C)小粒徑與正常粒徑之正極材料其克電容量分別約為80mAh/g及40mAh/g，小粒徑之磷酸鋰鐵釩正極材料之克電容量增加了近1倍。另一方面，此複合材料在低溫(-20°C)下之電化學性能表現相當優異。。

- 利用成本低的蔗糖做為碳源包覆在正極材料顆粒的表面，碳材具有良好的導電性質，可以改善磷酸鋰鐵導電差的缺點。
- 將磷酸鋰釩與磷酸鋰鐵兩種材料合成複合材料，因為磷酸鋰釩具有三維的鋰離子傳輸通道及較高的充放電平台，因此可以提高整個複合材料的能量密度及高充放速率下之電化學性能。

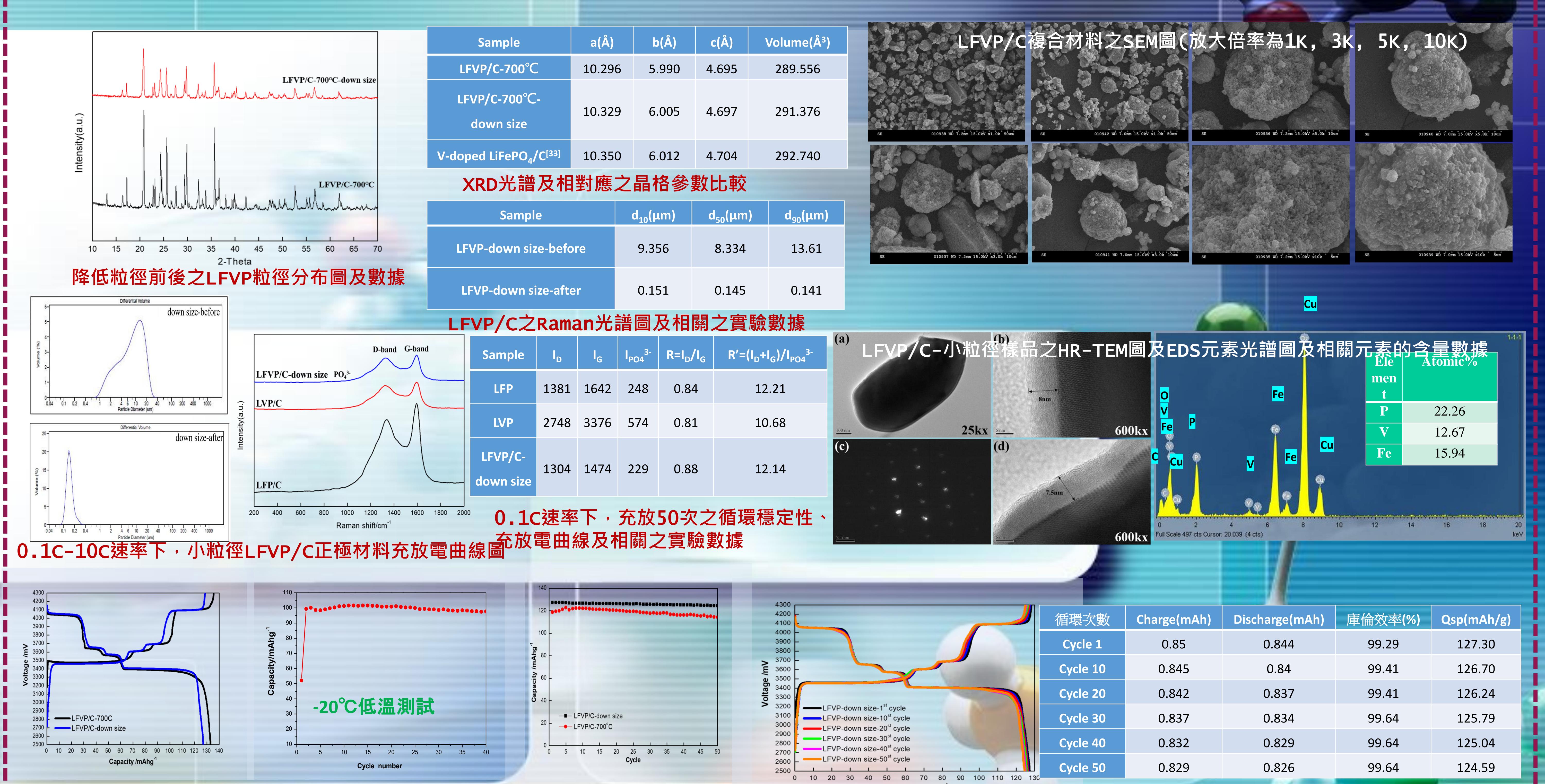


研究目的

實驗



結果與討論



本專題研究使用固相法/研磨製程製備磷酸鋰鐵釩/碳複合正極材料，並利用降低粒徑來探討粒徑大小對LFVP/C複合正極材料電化學性能之影響。綜合以上實驗結果，可歸納出以下幾點：當鍛燒溫度固定為700°C時，大粒徑樣品的XRD光譜在2θ=13°的位置會出現一繞射峰；此繞射峰即為未合成完全之LVP所提供的；但小粒徑樣品在2θ=13°時已無繞射峰出現，顯示縮小粒徑能使LFVP/C複合正極材料獲得更均勻的鍛燒能量有助於合成高化學純度的材料。SEM結果可發現縮小粒徑後之材料的粒徑一致性亦明顯提高。電性結果發現，將LFVP/C-700°C(大粒徑)與LFVP/C-down size(小粒徑)樣品進行充放電比較，可發現縮小粒徑可以提升低電流速率(0.1C)下的電克容量表現，且在高電流(10C)速率下，LFVP/C-700°C與LFVP/C-down size之放電克電容量相差40mAh/g，顯示縮小粒徑能提升高低電流速率下的電性表現；並由低溫電性測試中顯示LFVP/C-down size仍保持相當優異的電化學性能。綜合上述結果，縮小粒徑能使正極材料在合成過程中不必高溫鍛燒即可無雜相產生，不僅維持低電流速率下的電性表現，更使高電流速率下擁有更高的放電克電容量。另外，常溫(25°C)與低溫(-20°C)的循環穩定性也獲得明顯的提升。

參考資料

- S. Zhu , A. Huang , Y. Xu, Int. J. Electrochem. Sci. 16 (2021) 210564
- L. Liu, W. Xiao, J. G. , et.al, Science China Materials 61 (2018) 39-47 .
- J. Jo, J. Gim, J. Song, et.al, Ceramics International 43 (2017) 4288-4294.
- Y. Cao, W. Feng, W Su, Int. J. Electrochem. Sci., 13 (2018) 8022 - 8029.
- Y.Jiang, Q. Zou, S. Liu,et. al. J. Electroanalytical Chemistry 1 (2021) 115685
- G. Zha, N. Hu, S. Liao, et. al, Ionics 25 (2019) 25:5717–5723
- Y. Guo , Y. Huang , D. Ji , et. al, J. Power Sources 246 (2014) 912-917
- B. Zhang, H. Wei, J. Zhang , et. al, Ceramics International 45 (2019) 13607-13613
- W. Hea, C. Weia, X. Zhang, Electrochimica Acta 219 (2016) 682-692
- Y. Guo , Y.i Huang , D. Jia , Journal of Power Sources 246 (2014) 912-917