

Εύρηκα

LSC氧離子導體

作為電極對質電容的性能影響

作者:吳子揚
李冠逸

指導教師:曹淇峰 老師
指導教授:吳乃立 教授



Εύρηκα

研究動機

現今生活中的儲能設備之優缺點:

- 傳統電池: 儲電量高，功率極低
- 超級電容: 功率高，儲電量低

那有兩全其美的解決方案嗎?

廣電容!

研究目的

- 1.藉由燃燒合成法製作我們欲檢測的 LSC 氧離子導體，一組額外加入 PEG 以探討其作用，並將其製作成電極片。
- 2.將電極以循環伏安法(CV)和恆電流充放電法(CD)進行電化學分析。
- 3.探討如何改良電極使其功率密度與能量密度皆最佳。



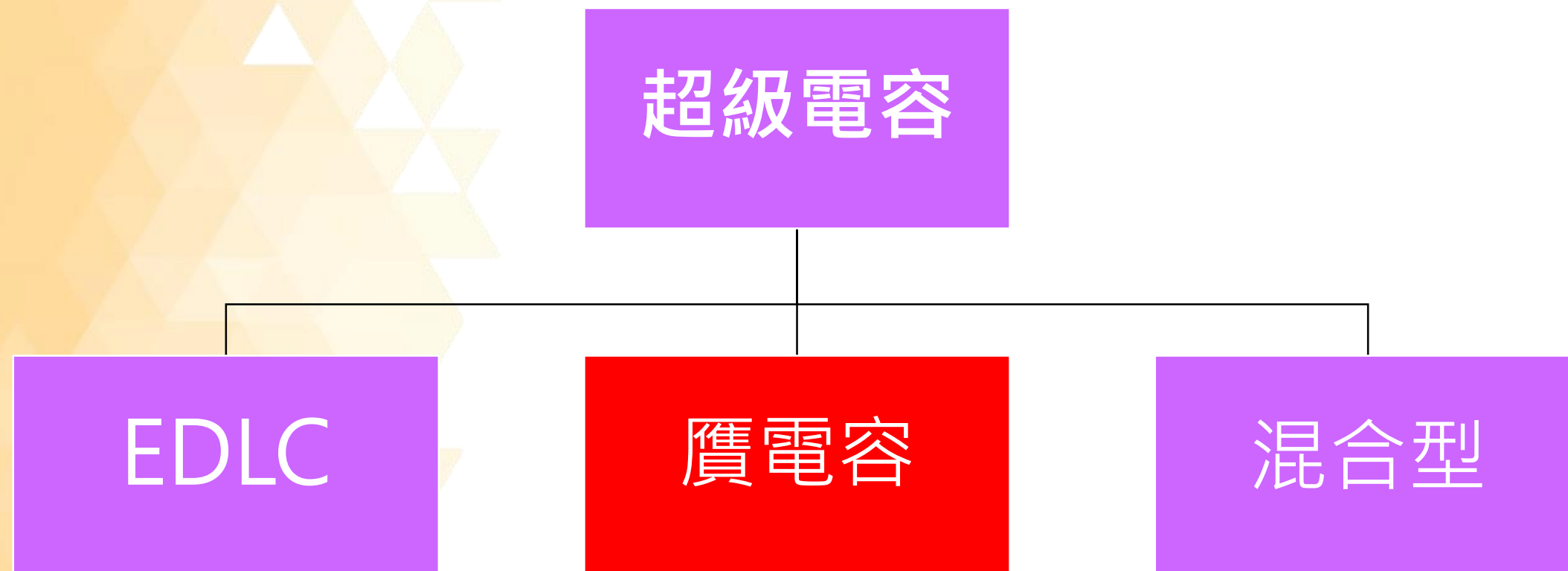
Εύρηκα

文獻探討



超級電容分類

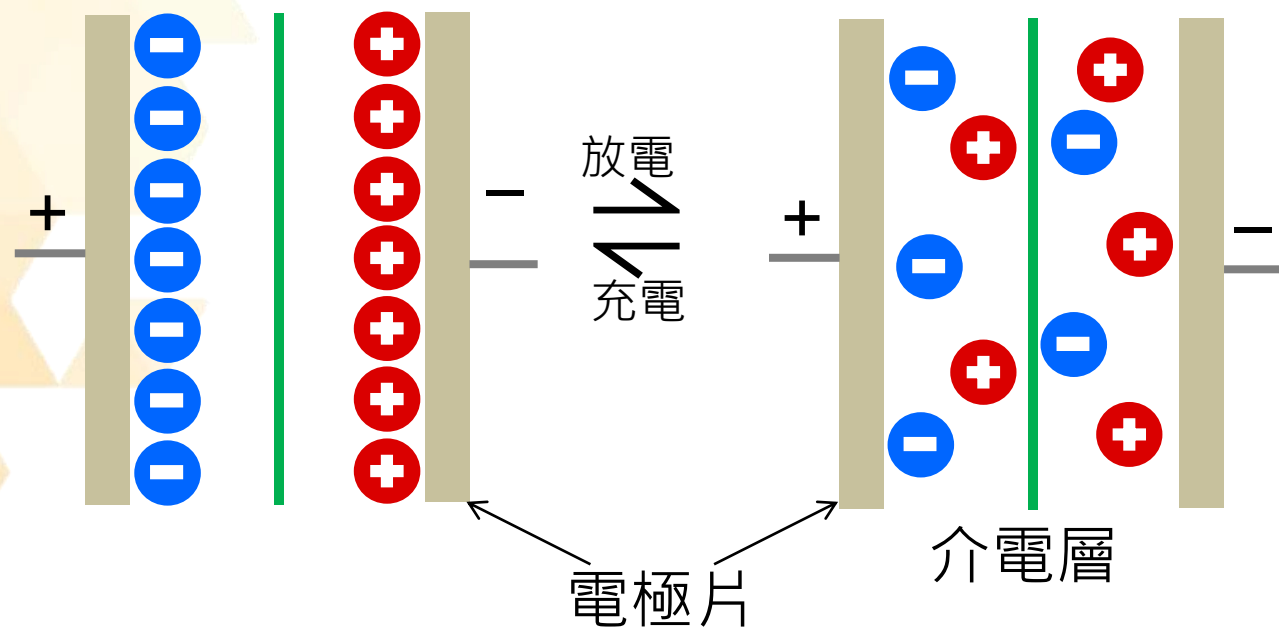
Εύρηκα



EDLC(雙電層電容)

Εύρηκα

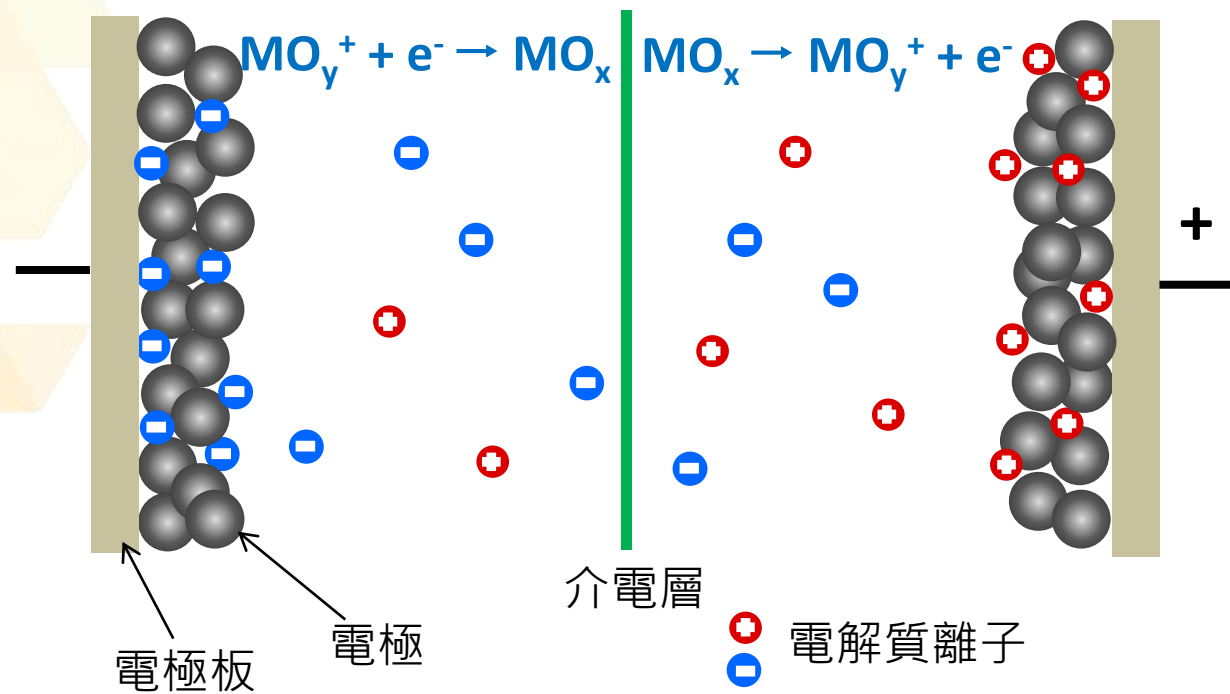
- 材料：高表面積的碳
- 儲能機制：電極間產生的電位差
- 優點：高功率密度



質電容

Εύρηκα

- 材料：金屬氧化物
- 儲能機制：氧化還原反應
- 優點：高功率密度、高電容量



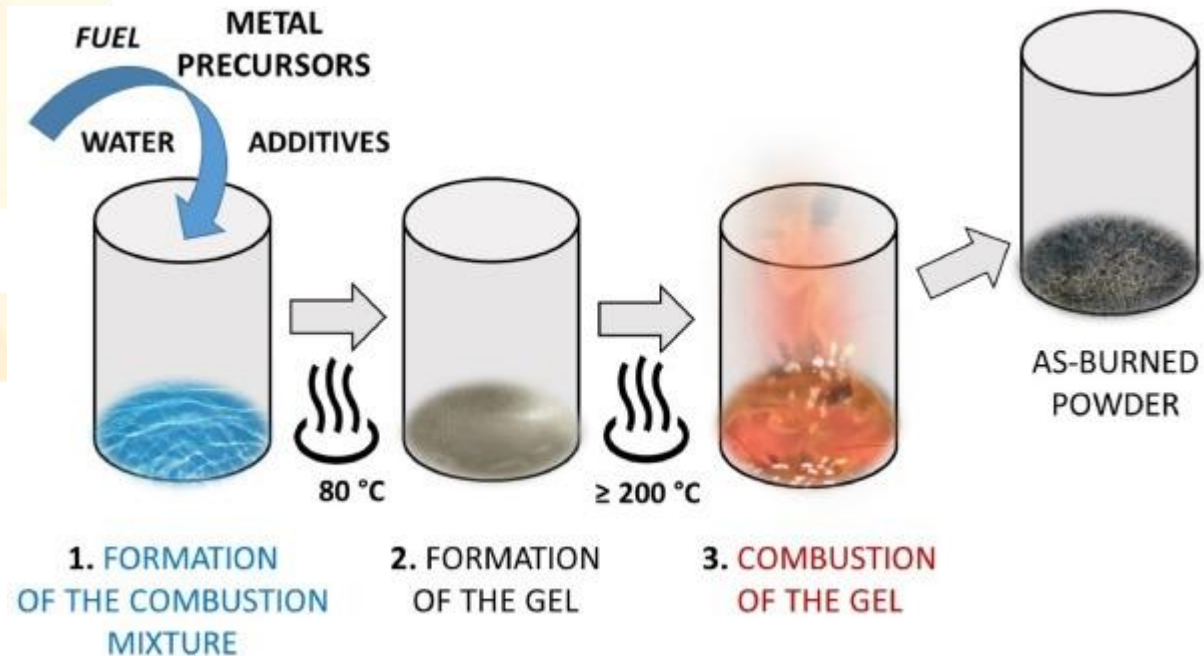
x

燃燒合成法

Εύρηκα

- 原理:

金屬鹽類 + 燃料
→ 奈米金屬氧化物 + 氣體



燃燒合成法

Εύρηκα

優點

- 1.反應快速、反應條件容易滿足
- 2.產物純度高
- 3.便宜的製程
- 4.精準控制產物的大小、晶型結構



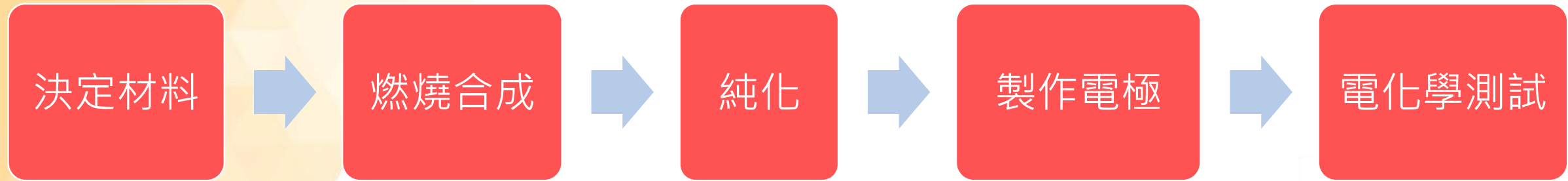
Εύρηκα

研究過程



Εύρηκα

實驗大綱



x

1. 決定材料

參考了一些文獻過後，我們決定研究以下兩種材料：

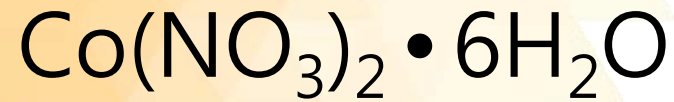
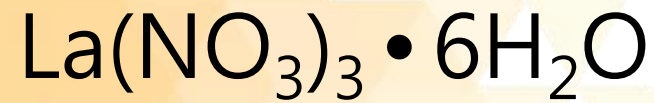
LSC1	$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CoO}_{3-\delta}$	LSC2	LSC1+carbon
------	---	------	-------------



Εύρηκα

2. 計算材料用量

採用的原料:



3. 燃燒合成法

- (1) 根據計算出的用量秤取藥品，並配製成溶液。
- (2) 確保鍛燒箱就緒，就可放入溶液。
- (3) 開始燃燒合成，直到 500°C 後即可關閉電源。冷卻後將粉末刮下備用。



4-1. 高溫鍛燒純化

- (1) 將粉末倒入坩鍋並平鋪，再以銅網包覆坩鍋。
- (2) 將坩鍋推入加熱爐中央。
- (3) 設定加熱流程：
 - a. 自室溫加熱至 120°C ，同時通入氮氣
 - b. 維持 120°C 持續20分鐘
 - c. 加熱至 850°C ，並維持4小時
 - d. 自然冷卻至室溫



4-2.常溫純化

- (1) 以鋳珠及球磨機研磨粉末。
- (2) 將研磨後的粉末進行過篩。
- (3) 分別用酒精及水離心粉末4次。
- (4) 放進烘乾箱烘乾三天。



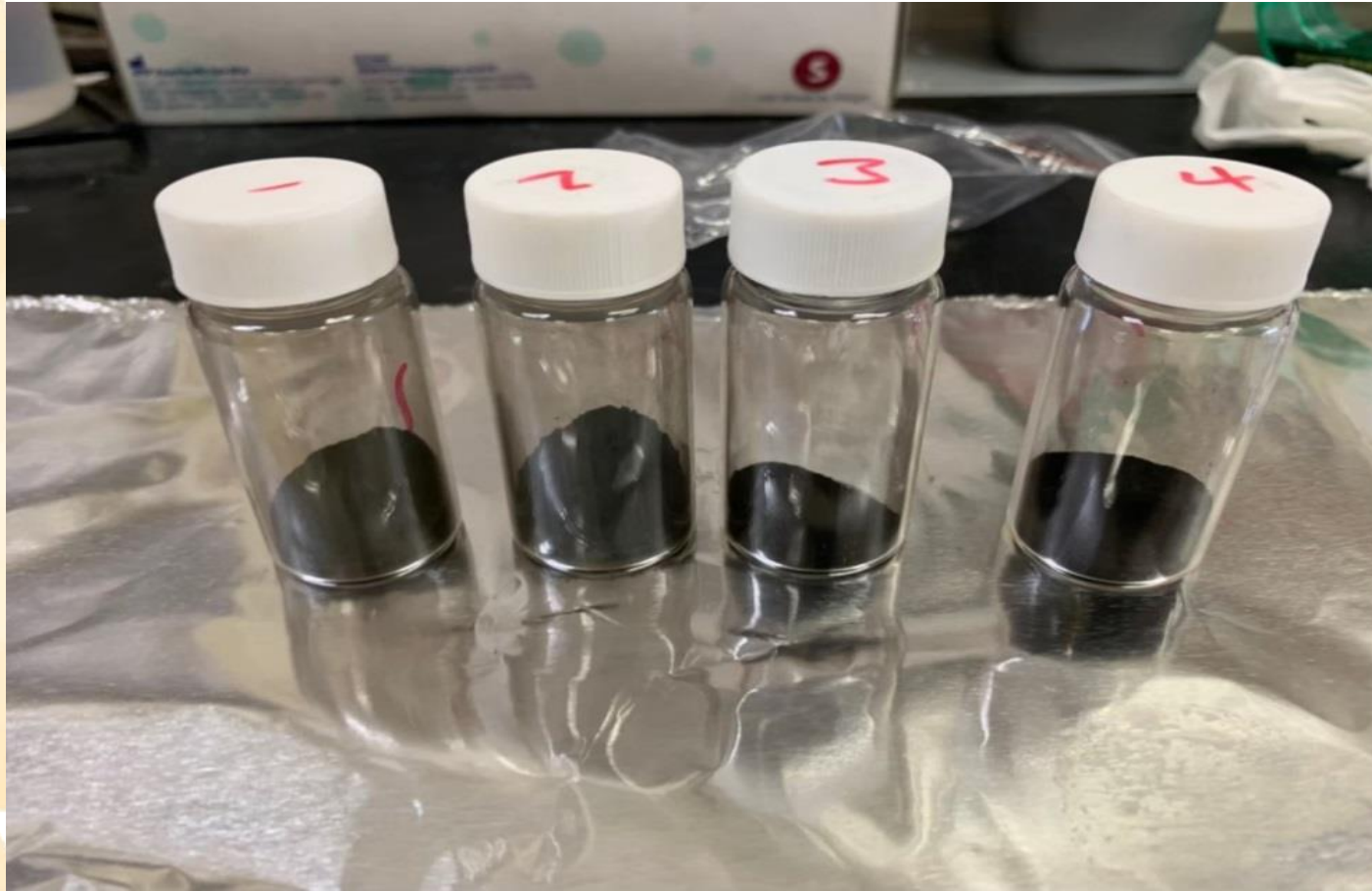
球磨機



離心機



Εύρηκα

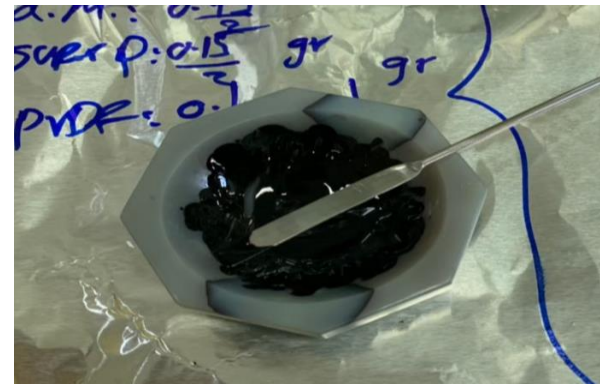


經雙重純化過後的粉末



5. 電極片製作

- (1) 將導體粉末與奈米碳黑拌勻，然後滴入PVDF(黏著劑)再攪拌至黑色膠狀。
- (2) 將鈦片以特殊形式貼在疏水板上，並將兩滴配製好的溶液滴於一端。
- (3) 以塗膜器抹勻溶液，並將膠帶撕起，電極片拿去烘乾。



膠狀溶液



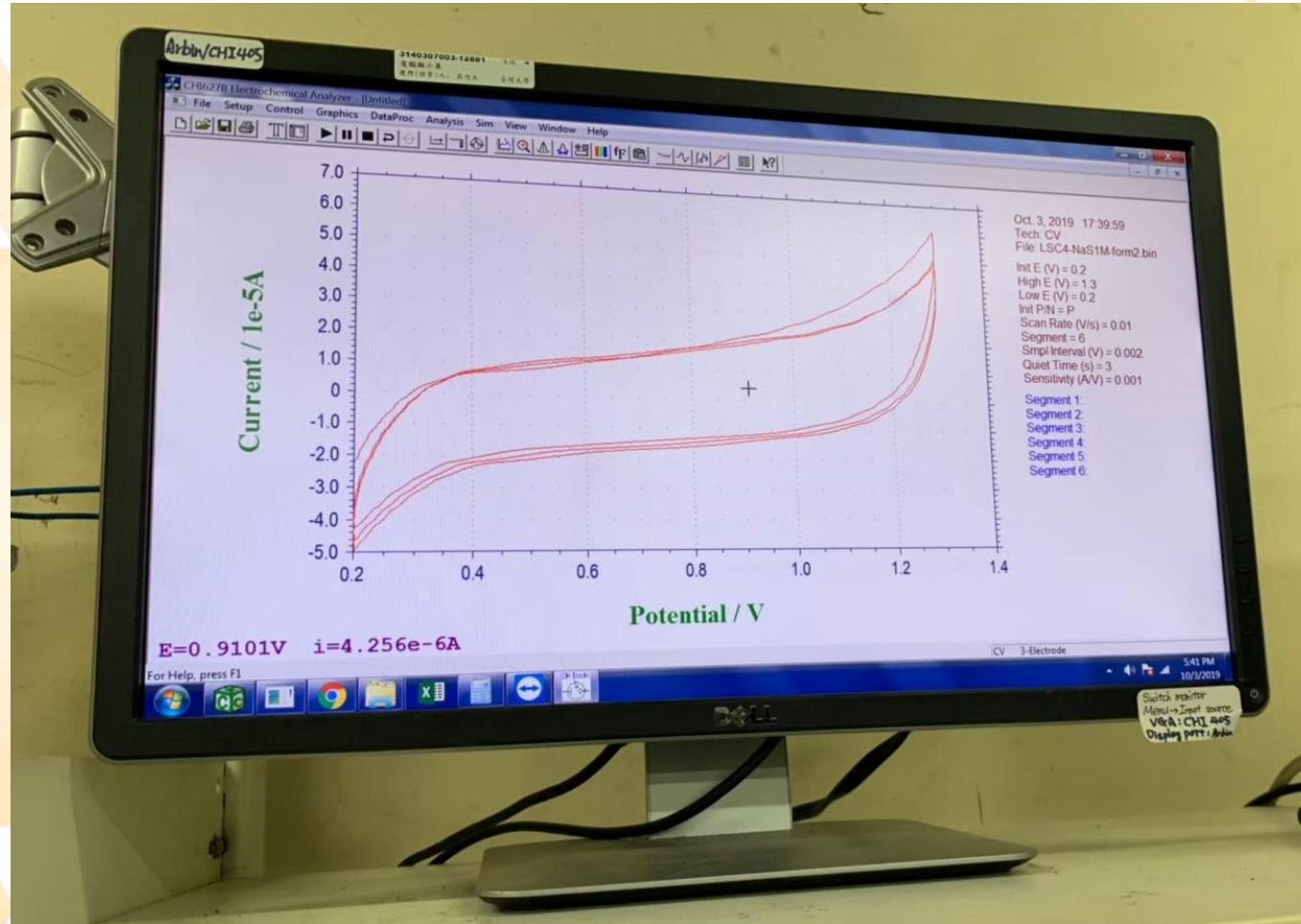
6.電化學測試

- (1) 配置1M硫酸鈉(Na_2SO_4)作為電解質.
- (2) 剪下一平方公分的電極片，並和鉑片及參考電極形成三電極系統。
- (3) 打開測試系統，開始依據各參數設定。



三電極系統

Εύρηκα



電化學分析程式

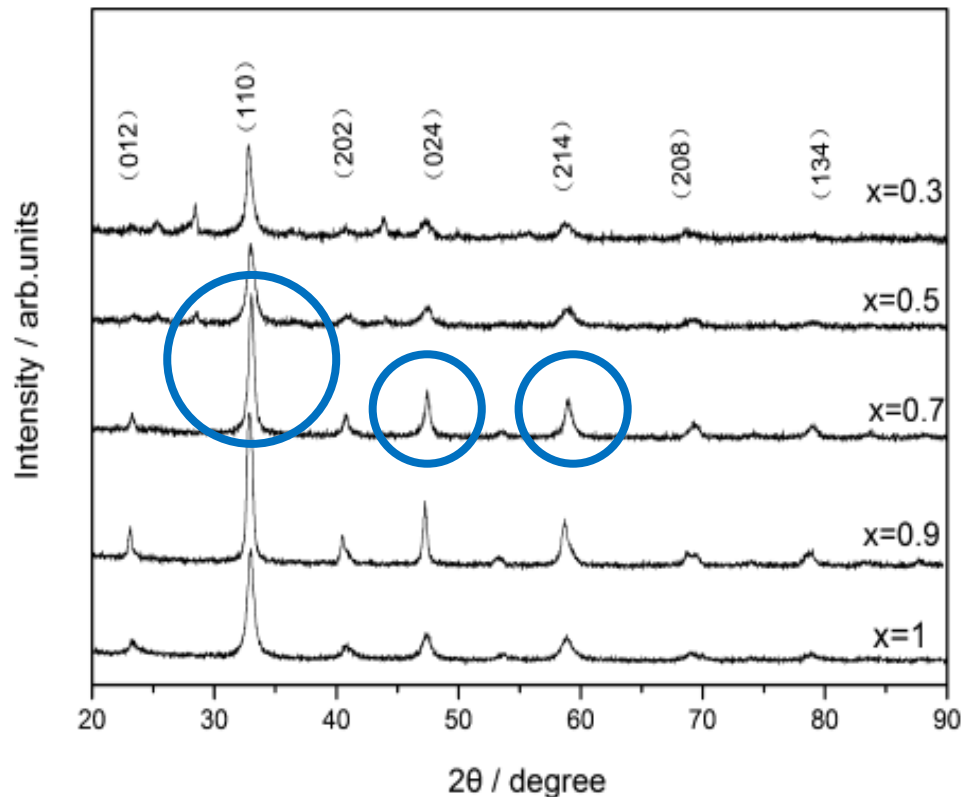
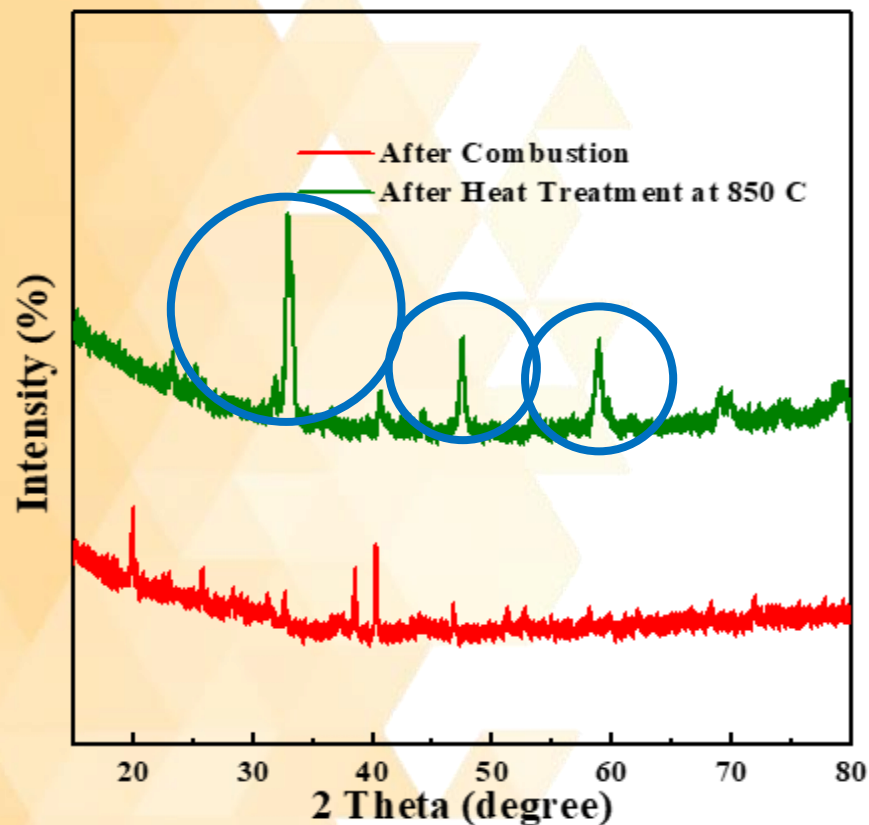


Εύρηκα

研究結果

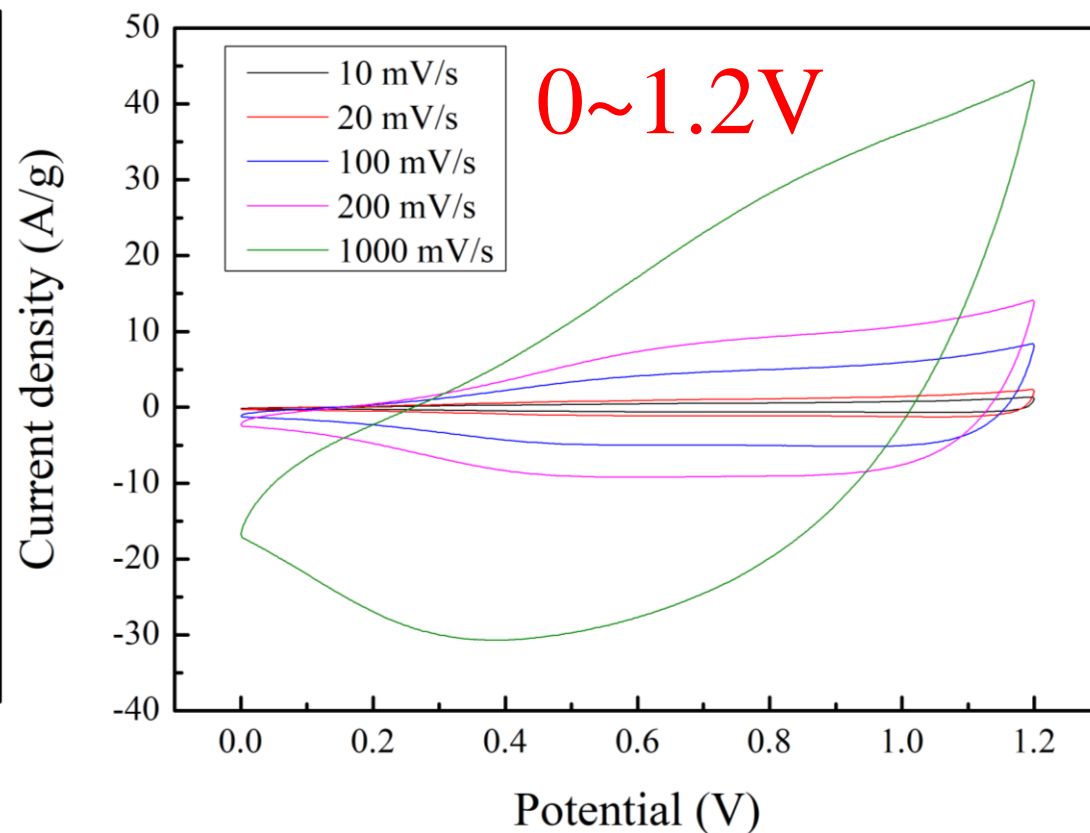
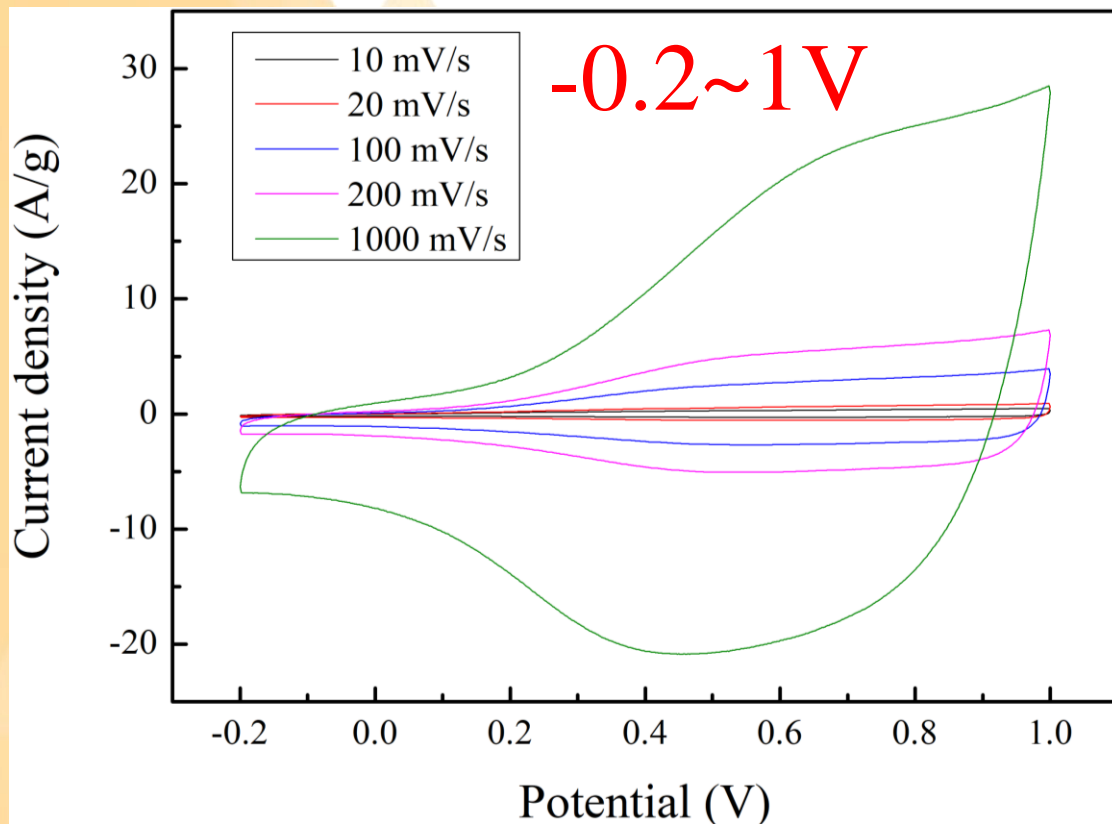


1.XRD(X-ray Diffraction)



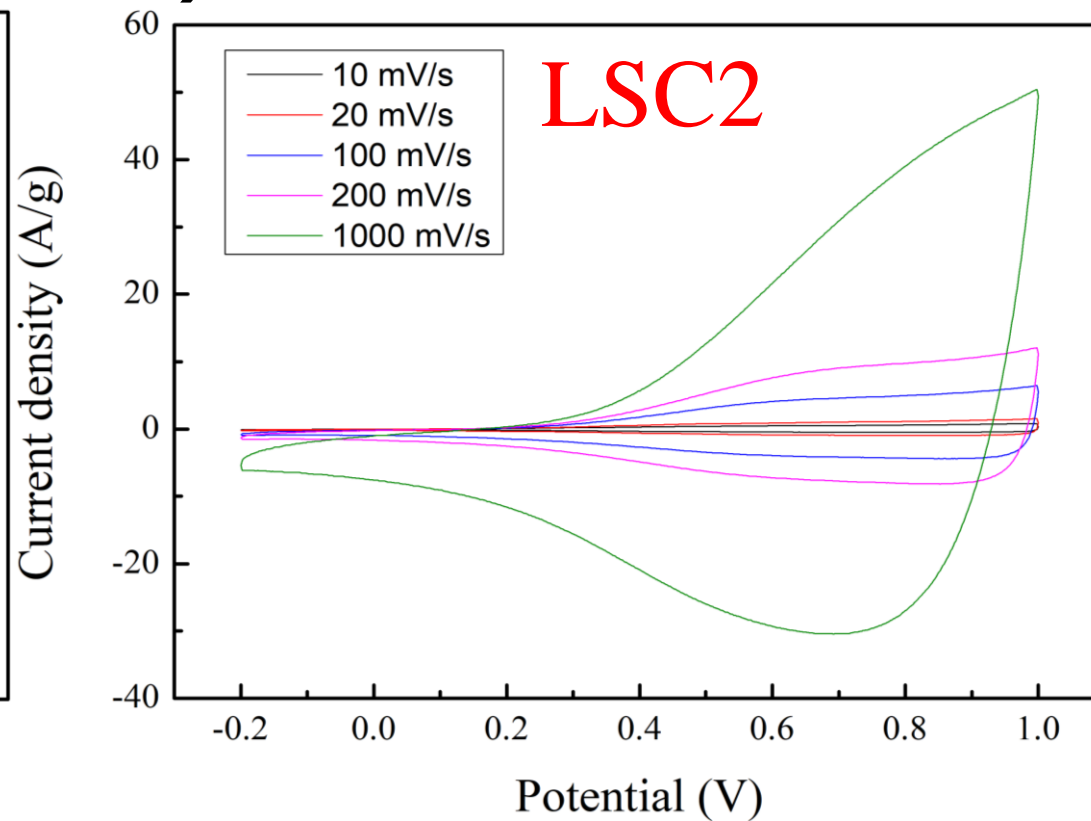
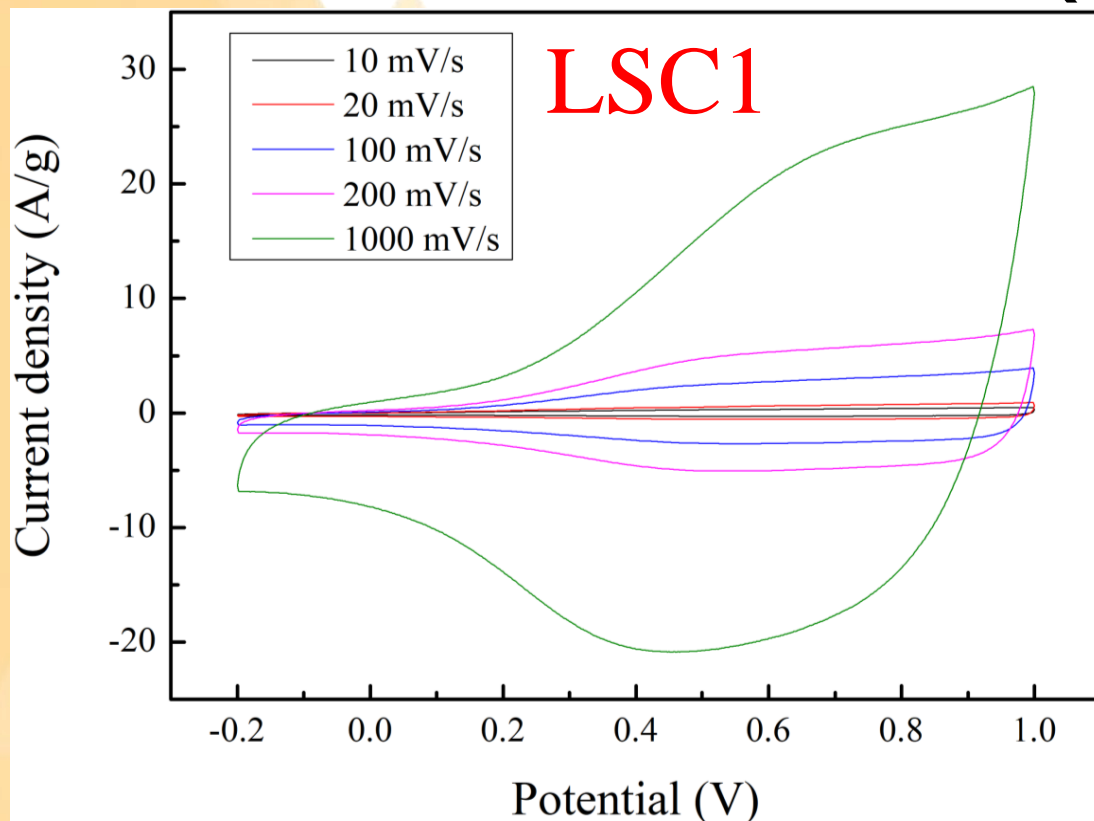
由XRD的結果可得知在經過850°C高溫鍛燒後，材料的純度有明顯的提升。並經過比對後，我們的圖與文獻資料十分相似，這證實我們的材料有相當高的純度。

2-1. 循環伏安法(CV)——不同工作電壓



對於同一個材料而言，掃描速率越高，系統所測得的最高電流越大。且在不同的工作電壓下，較高的電壓(0V~1.2V)均表現出較高的最高電流。

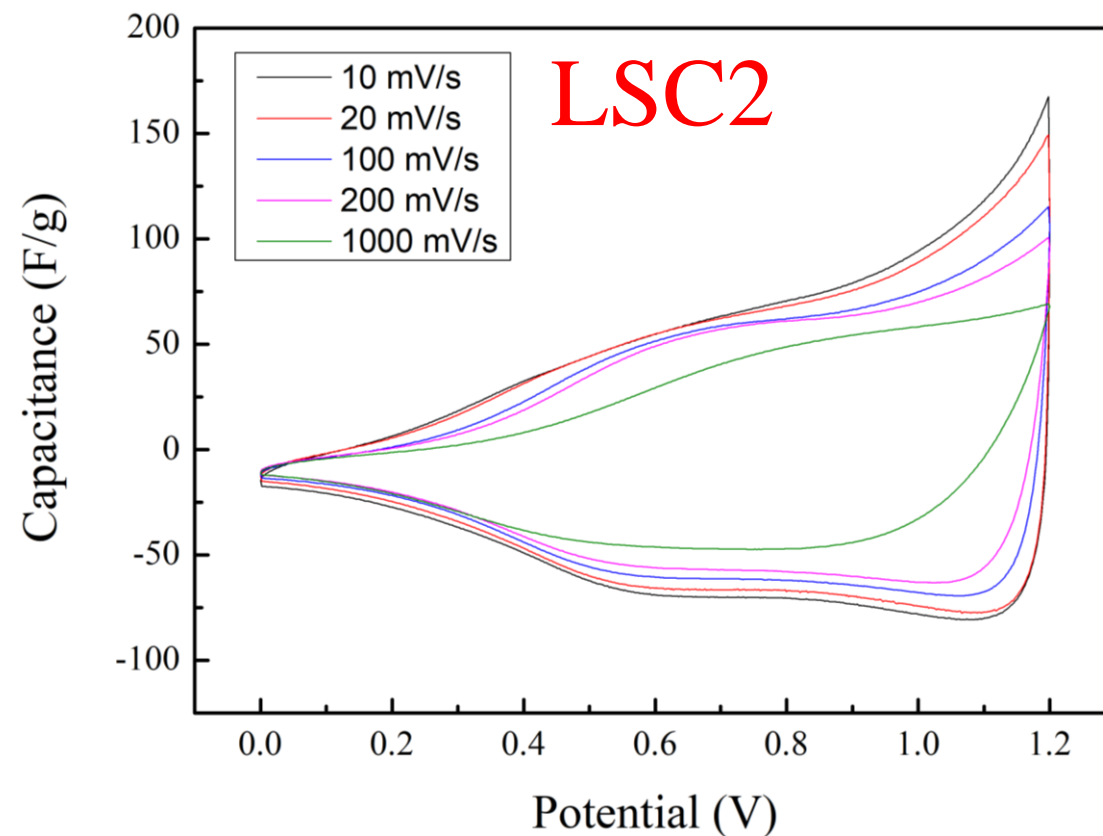
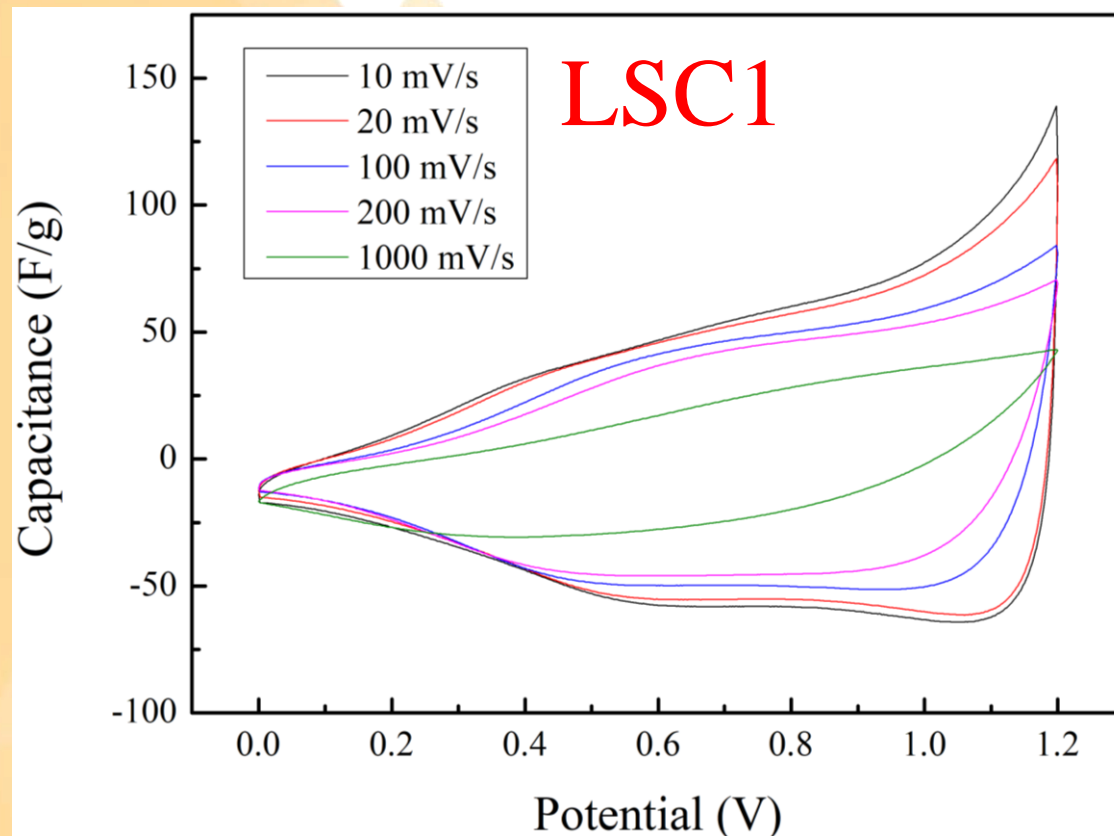
2-2. 循環伏安法(CV)—不同材料



- 相同條件下，LSC2均表現出較高的電流，意味著擁有較高電容。
- 在電壓逐步升高至最大電壓時，LSC2的圖形斜率較大，代表充放電的速度較快，是較為理想的超級電容。

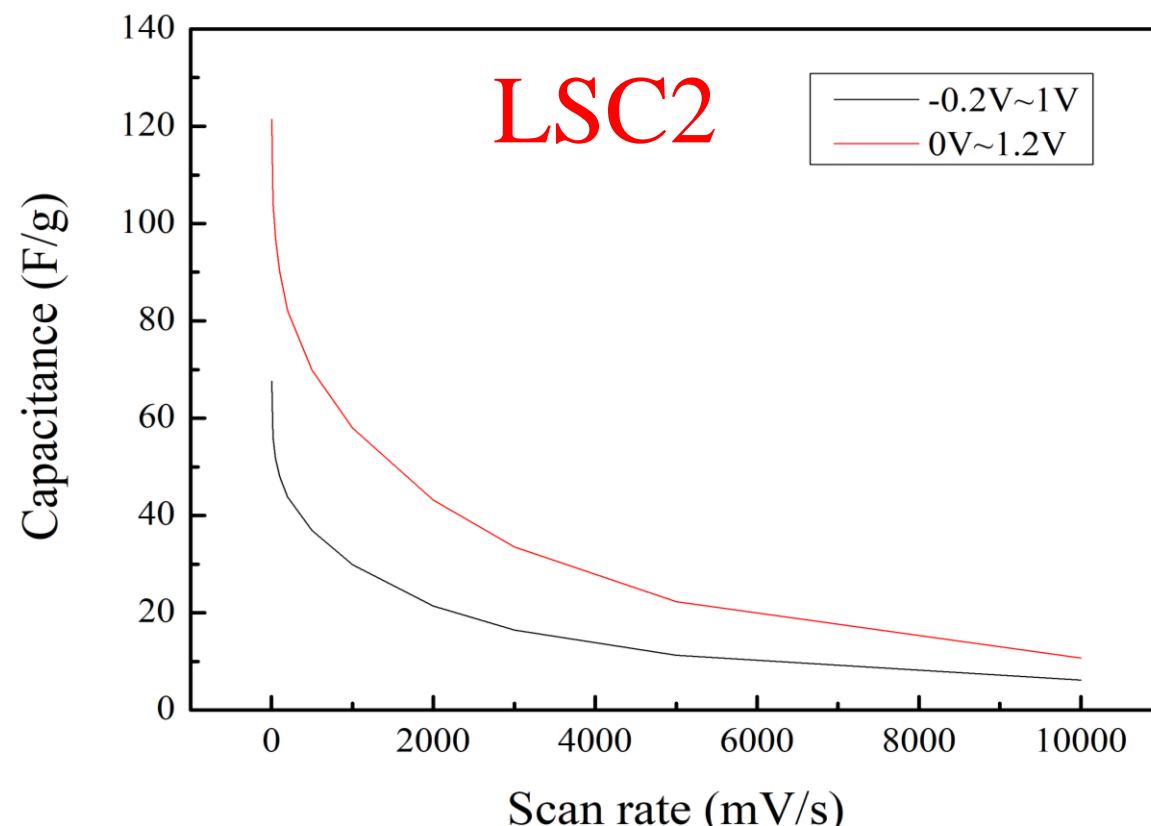
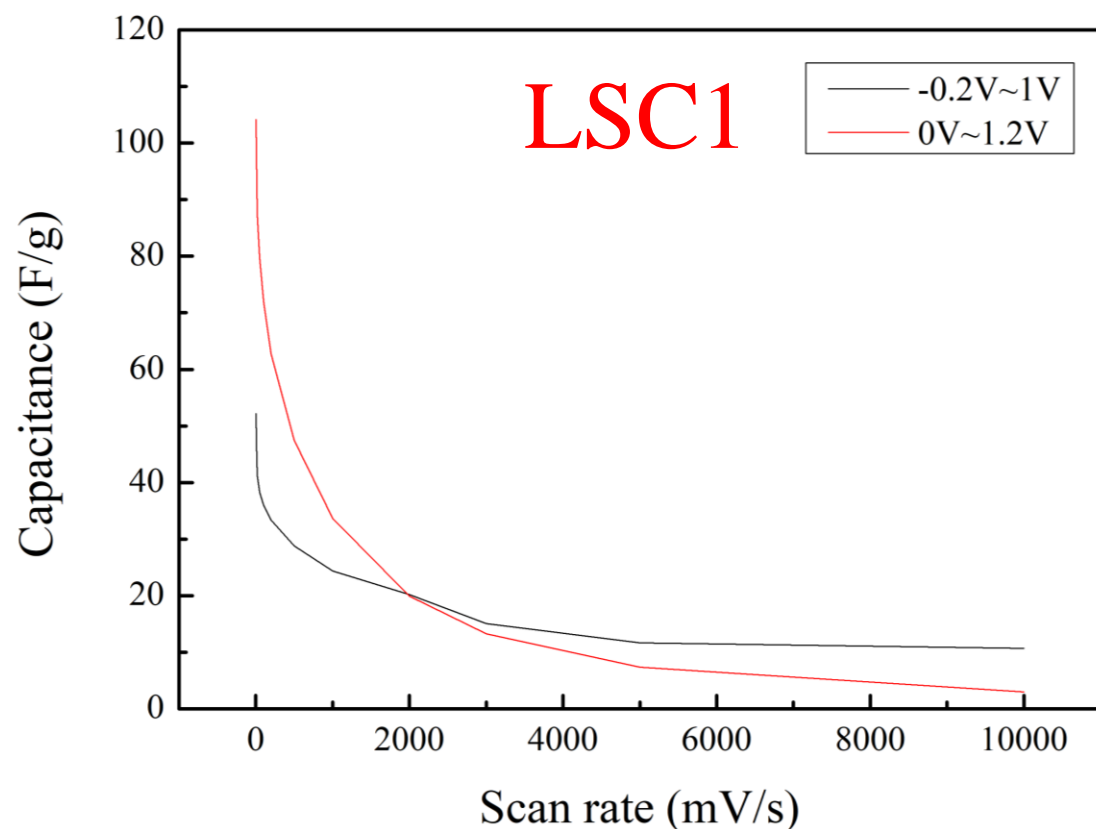
3. 電壓跟電容的關係

Εύρηκα



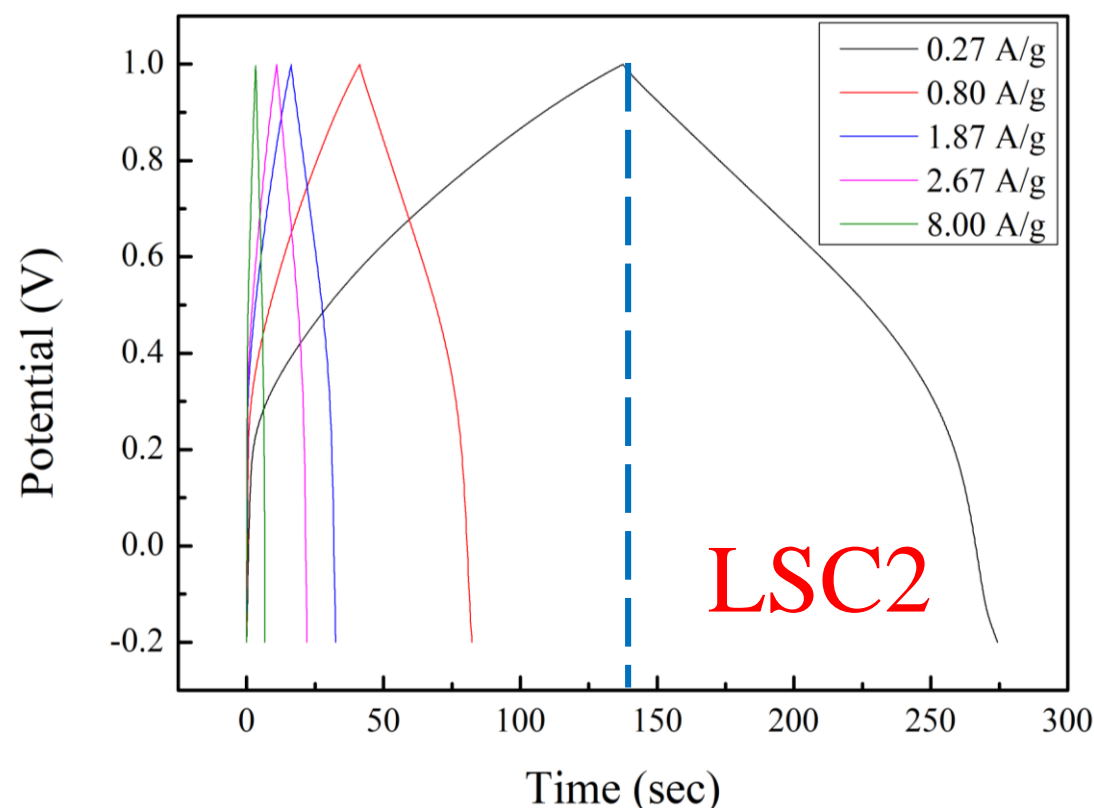
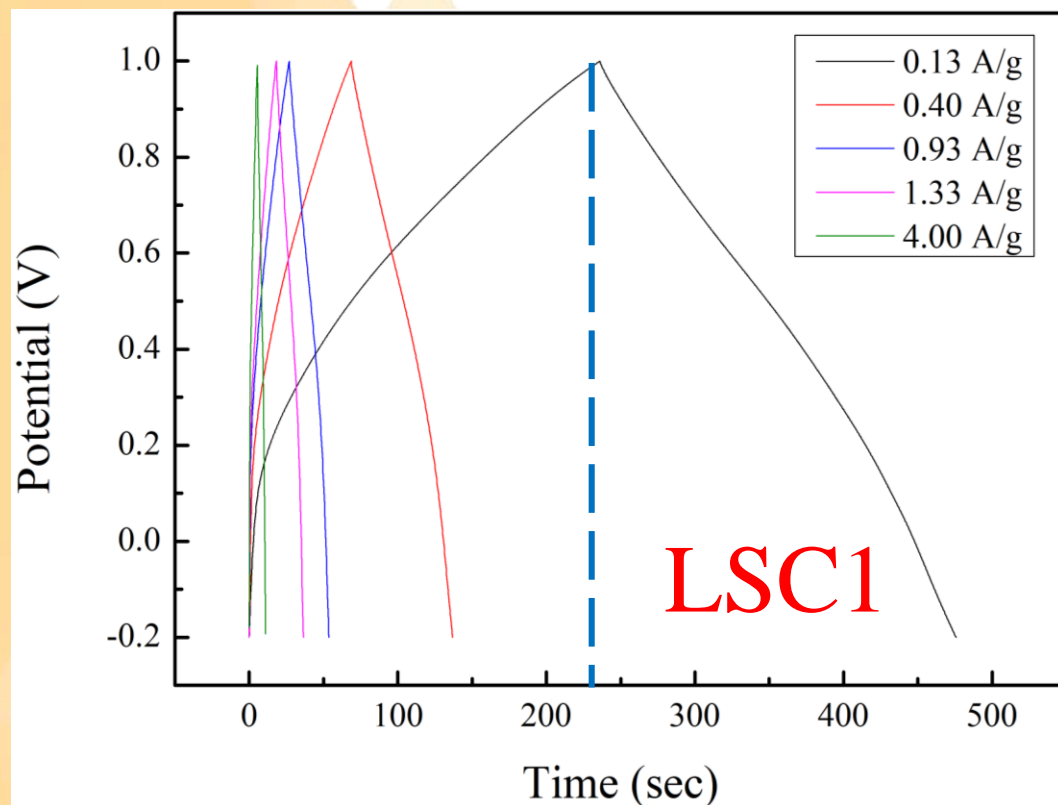
- 此圖形所圍成的面積，除以工作電壓後，即為該材料的電容值。
- 掃描速率越高時，電容值越低，且LSC2的電容值高於LSC1，掃描速10mV/s時高達109.7F/g。

4. 電容跟掃描速率的關係



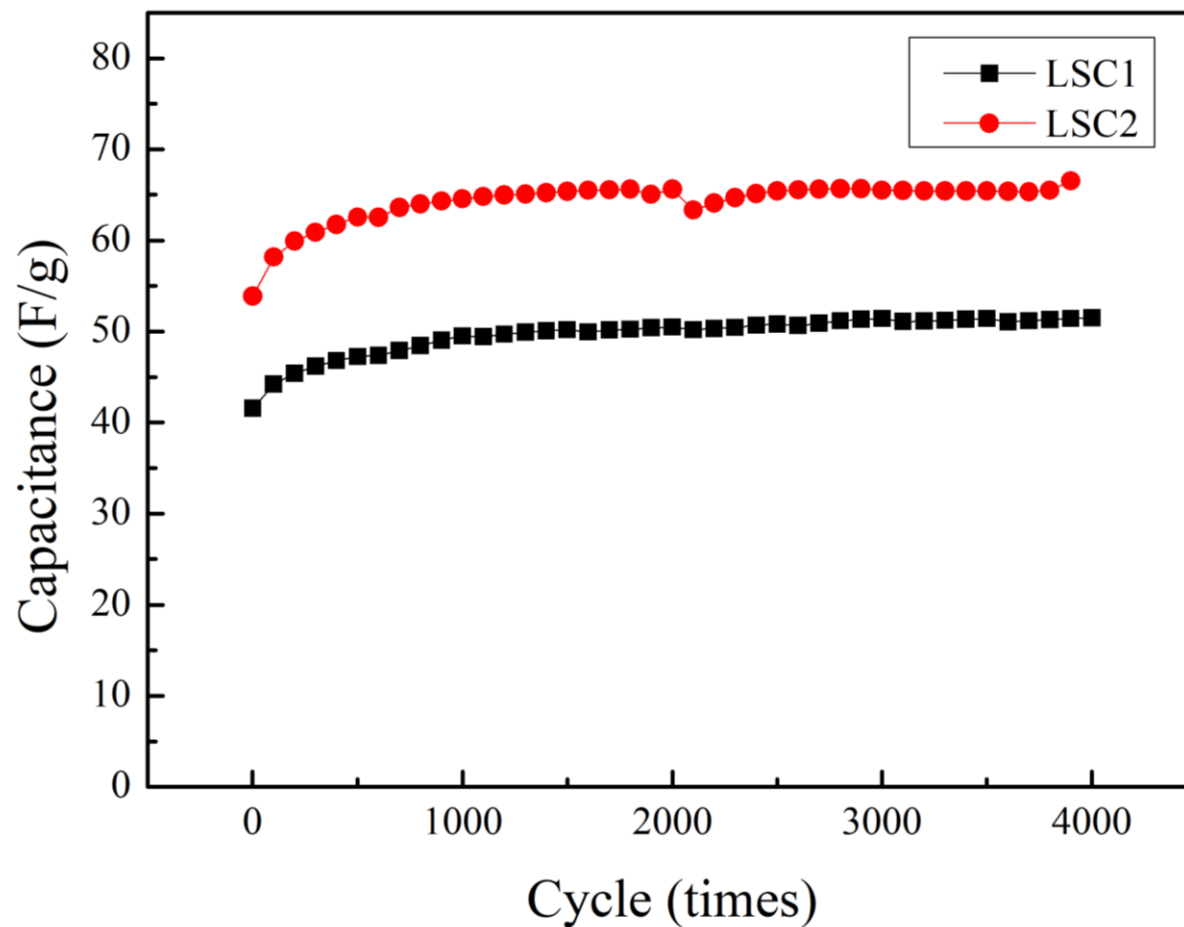
由圖可知在同一材料中掃描速率越大，電容值逐漸降低。

5. 恆電流充放電法(CD)



- 同電極在電流越高時，充放電一次所需時間更短。
- 而在LSC1和LSC2相比較時，LSC2的圖形較為對稱。同時，LSC1充電電量稍高於放電電量，故LSC2為較理想的超級電容。

6. 循環充放電衰退測試



在掃描速率50mV/s下，對材料進行循環充放電測試其衰退率。結果顯示，經過4000次的充放電後，材料完全沒有衰退的跡象。

Εύρηκα

研究結論



(一)最高電容值

在掃描速率為 10mV/s，工作電壓為 0~1.2V 時，LSC2 具有本實驗最高電容值 109.7F/g。

(二)成功製作電極

透過此研究，我們成功用燃燒合成法合成出所要的氧離子導體 $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CoO}_{3-\delta}$ ，並完成純化。再以此製作出主要導體占 75%的電極材料，並製作出電極片。

(三)樣品高純度

利用XRD的數據和標準圖譜進行比對，確定此次實驗樣本純度十分的高。

(四)PEG具正面效用

利用CV、CD法和許多程式的輔助，測出了LSC1、LSC2的電容值，發現LSC2表現皆較為優秀。另外我們也求出相同材料中，掃描速率跟電容值呈負相關。

(五)電極穩定性高

將電極進行充放電4000個循環後，發現電容趨向穩定，可知此電容頗為優秀。



Εύρηκα

未來應用



(一)高功率密度效用大

Εύρηκα

超級電容的高功率密度特性在很多需要節省時間的方面，都很值得開發。像電動車的啟動若能用超級電容快速充電並啟動，或許能獲得大眾的喜愛，並逐漸淘汰傳統電池。

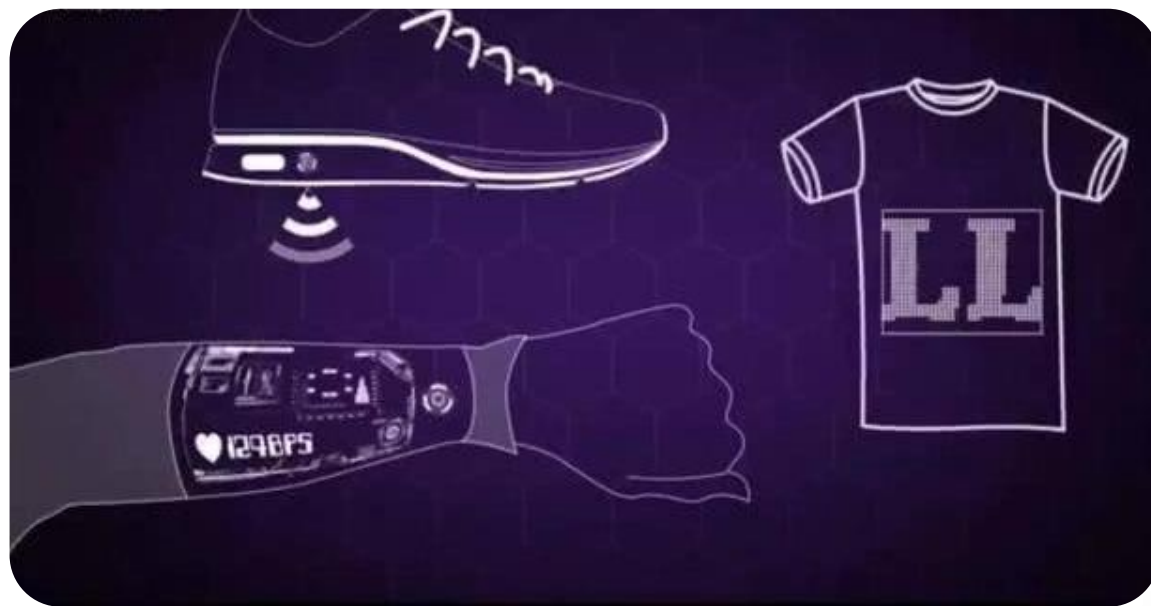


x

(二)廣泛的應用範圍

Εύρηκα

超級電容之電極材料原形為極細之粉末，所以可適應任何形狀，應用範圍極廣。若我們能做出效能極佳之電極材料，再搭配其極廣之應用範圍和穩定的性能，將會是一重大的革新。



Εύρηκα

參考資料



- Εύρηκα
1. 陳雪丹、陳碩翼、喬志軍、傅冠生、阮殿波(2016)。超級電容器的應用。儲能科學與技術，第五卷第六期，799-805。
 2. 劉海晶、夏永姚(2011)。混合型超級電容器的研究進展。化學進展，第23卷第2/3期，595-604。
 3. 劉佩佩(2018)。鋇摻雜鈷酸鋁基底擔載金屬或過渡金屬氧化物用作超級電容器電極的研究。華南理工大學博士論文，未出版，廣東省。
 4. 林黃媛、黃品淳(2019)。一步合成碳奈米複合材料與奈米碳管應用於超級電容電極修飾。中華民國第58屆中小學科學展覽會。
 5. Zhibin Wu, Yirong Zhu, Xiaobo Ji, Craig E.Banks(2016). Transition Metal Oxides as Supercapacitor Materials. *Nanomaterials in Advanced Batteries and Supercapacitors* (pp 317-344). Switzerland: Springer, Cham.
 6. Pierre Lannelongue, Steven Le Vot, Olivier Fontaine, Moulay-Tahar Sougrati, Olivier Crosnier, Thierry Brousse, Frederic Favier(2018).Investigation of $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_x\text{Fe}_{1-x}\text{O}_{3-\delta}$ as a pseudocapacitive electrode material with high volumetric capacitance. *Electrochimica Acta*, 271, 677-684.
 7. Tao Ling, Pengfei Da, Xueli Zheng, Binghui Ge, Zhenpeng Hu, Mengying Wu, Xi-Wen Du, Wen-Bin Hu, Mietek Jaroniec, Shi-Zhang Qiao(2018).Atomic-level structure engineering of metal oxides for high-rate oxygen intercalation pseudocapacitance. *Science Advances*.
 8. Stephen J Skinner, John A Kilner (March 2003). Oxygen ion conductors. *materialstoday*. Volume 6, Issue 3, p.30-37
 9. Wikipedia: The free encyclopedia. (15 January 2020). Supercapacitor. Retrieved 22 January 2020, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Supercapacitor>
- X

Εύρηκα

感謝



Εὐρηκα

- 首先當然大力感謝曹淇峰老師對我們的研究勞心勞力的教誨與提點!
- 感謝吳乃立教授提供用不完的經費讓我們有辦法想做啥就做啥。
- 感謝我媽媽買給我新電腦讓我可以做出稍微美觀一點的報告。
- 感謝我女朋友提供心靈跟生理上的慰藉。
- 感謝李冠逸讓我這頁可以自由發揮。

